เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ
ไมโครคอมพิวเตอร์

ยืน ภู่วรวรรณ

- การเลือกซื้อไมโคร
- การเลือกขนาดของดิสเก็ตต์
- เครื่องพิมพ์วินเชสเตอร์
- ฟลอปปี้ดิสก์
- ซีอาร์ทีเทอร์มินัล
- ภาษาคอมพิวเตอร์
- การใช้ไมโครในงานธุรกิจ
- อนาคตของไมโคร
- การเขียนโปรแกรมโครงสร้าง
- ฯลฯ



ซีเอ็ด

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ
ไมโครคอมพิวเตอร์

ยืน ภู่วรวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
SCIENCE, ENGINEERING & EDUCATION CO., LTD.

ราคา 53 บาท

ISBN 974 – 7964 – 28 – 3

1 0 7 – 9

0 7 2 3 0 9 8 7 6 5 4 3 2

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด
SCIENCE, ENGINEERING & EDUCATION CO., LTD.

800/43-45 ซอยตระกูลสุข ถนนอโศกดินแดง
เขตห้วยขวาง กทม. 10400 โทร. 246-1615, 246-1616

พิมพ์ที่ หจก. เอช-เอน การพิมพ์ โทร. 2112622
402/16 ซอยดอนกุศล เขตยานนาวา กทม. 10120
นายประพันธ์ จิระมงคล ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา พ.ศ. 2532

คำนำ

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นคำที่กล่าวถึงกันมากเกือบทุกวงการ จนในปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ดูจะไม่ใช่คอมพิวเตอร์ที่เมื่อก่อนใคร ๆ ก็มองเห็นว่ามีโครงสร้างการทำงานที่ซับซ้อนยากต่อการใช้งาน แต่เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ที่เสมือนจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เช่น วิทยุและทีวีไปแล้ว และหากพิจารณาจากโมเดลที่ไมโครคอมพิวเตอร์ออกมาใหม่ในขณะนี้จะมีจำนวนโมเดลมากกว่าวิดีโอเทป หรือทีวีเสียอีก

แรงกดดันอันเนื่องมาจากตัวคอมพิวเตอร์มีราคาลดลงอย่างรวดเร็ว และความตื่นตัวของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในรอบบ้านเราโดยเฉพาะอย่างยิ่งในไต้หวัน ฮ่องกง และสิงคโปร์ ดูจะทำให้เกิดการทะลักเข้ามาอย่างรวดเร็วของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ดังจะเห็นได้จากไมโครคอมพิวเตอร์ที่นำเข้าขณะนี้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในแต่ละเดือนจะมีการซื้อขายไมโครคอมพิวเตอร์ในจำนวนไม่น้อยทีเดียว

ผลกระทบจากแรงกดดันทางด้านฮาร์ดแวร์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นี้เองจึงทำให้การนำมาใช้งานต่าง ๆ ในเมืองไทยเป็นไปอย่างกว้างขวางรวดเร็ว แต่ที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่งคือปัญหาของบุคลากรผู้ใช้ที่จะทำให้การใช้งานได้ผลคุ้มค่ายิ่งขึ้นโดยแทนที่จะนำมาใช้แต่เพียงเป็นของเล่นอย่างเดียว

ในแต่ละครั้งที่ผู้เขียนได้พบกับคำถามว่าจะซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ได้หรือยัง จะซื้อยี่ห้ออะไรดี จะเรียนรู้การใช้ได้อย่างไร สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ยังเป็นปัญหาอยู่ในหมู่ผู้สนใจไมโครคอมพิวเตอร์อีกเป็นจำนวนมาก

ด้วยเหตุนี้ผู้เขียนจึงคิดว่าเราน่าจะมีหนังสือที่เกี่ยวข้องกับไมโครคอมพิวเตอร์ออกมาให้มากกว่านี้อีกเพื่อเพิ่มช่องทางการใฝ่หาความรู้ทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นอีก และด้วยเหตุนี้ผู้เขียนจึงได้รวบรวมบทความต่าง ๆ ที่ผู้เขียนได้เคยเขียนลงในวารสารต่าง ๆ ออกมาพิมพ์เป็นรูปเล่ม โดยส่วนหนึ่งผู้เขียนได้เขียนและดัดแปลงเพิ่มเติมจากที่เคยเขียนไว้แล้ว

หนังสือเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์ จึงได้ออกมาสู่สายตาของท่านผู้สนใจอยู่ในขณะนี้ ผู้เขียนตั้งใจว่าจะพยายามรวบรวมขึ้นอีกเพื่อนำเอาเทคโนโลยีใหม่ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลานี้มารวบรวมเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานกับประชาชนคนไทยนั่นเอง

เนื้อหาส่วนใหญ่ในเล่มนี้จึงเป็นเรื่องทั่วไปทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ไม่ยากเย็นอะไรนัก เนื้อเรื่องในแต่ละบทจะกล่าวถึงรายละเอียดและจะจบในตัวของแต่ละบท จุดมุ่งหมายของหนังสือจึงเป็นเล่มที่จะสร้างความรู้พื้นฐานทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์ให้ท่านได้เข้าใจ และเป็นพื้นฐานในการเข้าใจในชั้นสูงต่อไป

ผู้เขียนต้องขอขอบคุณ คุณสมบัติ จันทร์กระจ่าง ที่ช่วยจัดการเรื่องการรวบรวมและจัดการด้านศิลป์เพื่อให้เป็นรูปเล่มสมดังความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ หากมีข้อบกพร่องในสิ่งใดผู้เขียนยินดีน้อมรับด้วยความขอบคุณยิ่ง

ยืน ภู่วรวรรณ

ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์

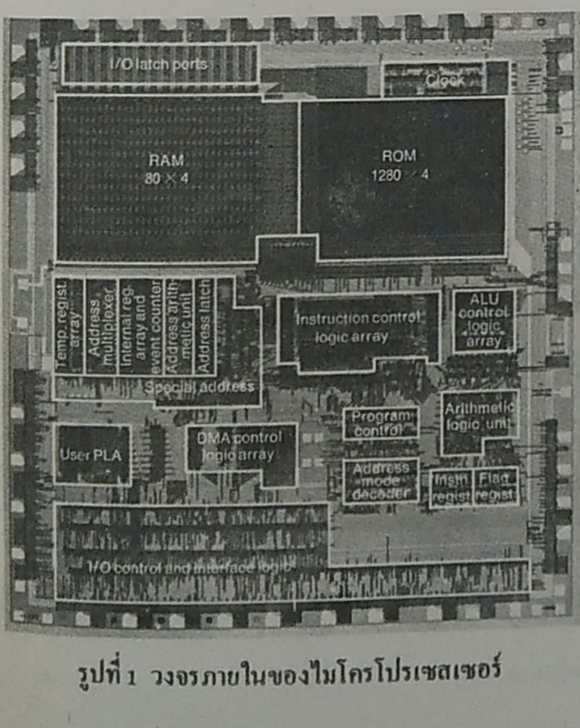
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

ไมโครคอมพิวเตอร์ และ ไมโครโปรเซสเซอร์

ความสำเร็จของประเทศสหรัฐอเมริกาในการส่งกระสวยอวกาศโคลัมเบียขึ้นสู่อวกาศ และกลับสู่พื้นโลกได้สำเร็จนับเป็นความสำเร็จอันยิ่งใหญ่ของมนุษยชาติ ภายใต้ความสำเร็จที่ทำให้สหรัฐอเมริกานำหน้าประเทศคู่แข่ง เช่น รัสเซียได้ก็ด้วยเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ และจุดสุดยอดของเทคโนโลยีด้านนี้ก็เห็นจะได้แก่ ชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่เรียกว่า *ไมโครโปรเซสเซอร์* นี้เอง

ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นชื่อที่เพิ่งรู้จักและคุ้นเคยเพียงไม่กี่ปีมานี้เอง ความสำเร็จของไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 1 วงจรภายในของไมโครโปรเซสเซอร์

ทำให้เกิดการปฏิวัติครั้งสำคัญขึ้นอีกครั้งในวงการอุตสาหกรรม การปฏิวัติครั้งนี้เป็นการทำให้เครื่องจักรเครื่องมือต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมมีสมอง มีการตัดสินใจแทนที่จะมีแต่พละกำลังอย่างเดียว อุปกรณ์และเครื่องไม้เครื่องมือต่าง ๆ กำลังพัฒนาเปลี่ยนรูปแบบมาใช้ไมโครโปรเซสเซอร์กันมากขึ้นจนในทุกวันนี้วงการอิเลคทรอนิคส์ทั่วไปแทบจะหายใจเข้าออกเป็น *ไมโครโปรเซสเซอร์*

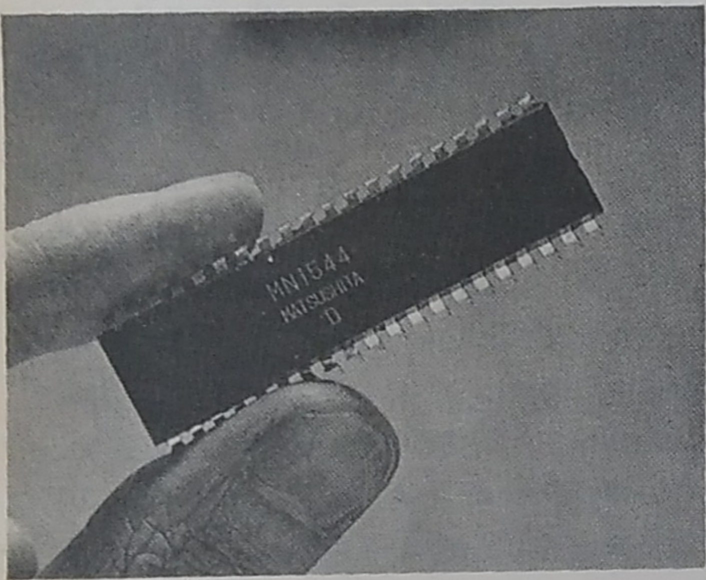
จะเอาอะไรดี เนื้อไก่หรือไมโครโปสเซสเซอร์

มีเรื่องเล่าติดตลกเรื่องหนึ่งในหมู่นักวิชาชีพอิเลคทรอนิคส์ที่เพิ่งคุ้นเคยกับไมโครโปสเซสเซอร์ เรื่องมีอยู่ว่า พ่อค้าเนื้อไก่คนหนึ่งมีอาชีพในการส่งเนื้อไก่ขายตามภัตตาคารต่าง ๆ การขายเนื้อไก่ของพ่อค้ามีเงื่อนไขอยู่ว่าถ้าใน 10 กก. ที่เขาส่ง ถ้าหากว่าเขาชั่งน้ำหนักน้อยไปแม้แต่ 1 ขีด เขาจะได้รับเงินเพียง 9 กก. แต่ถ้าเขาชั่งขายเกิน 10 กก. ส่วนเกินนั้นจะไม่มีการคิดเงินตอบแทนให้ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของตัวพ่อค้าทุกครั้งเขาจึงชั่งด้วยน้ำหนัก 10.2 กก. หรือเกินไป 2 ขีด วันหนึ่งเขาส่งเนื้อไก่เป็นจำนวนมาก จึงนับว่าเขาต้องเสียเปรียบด้วยเงินเป็นจำนวนไม่น้อย ต่อมาลูกชายเขาจบการศึกษาจากมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง รับอาสาบิดาสร้างเครื่องชั่งที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ เมื่อโครงงานนี้เสนอให้บิดาเขาดู การตัดสินใจก็เกิดขึ้น *จะเอาเนื้อไก่ หรือไมโครโปรเซสเซอร์*

ท่านเองคงอาจจะต้องประสบปัญหาเช่นนี้บ้างในการตัดสินใจในทำนองนี้ ทั้งนี้เพราะไมโครโปรเซสเซอร์จะเข้ามาเป็นคู่แข่งให้ท่านตัดสินใจ เช่นจะเอาเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยไมโครโปสเซสเซอร์แทนเครื่องจักรเดิม ? จะใช้คนทำหรือไมโครโปรเซสเซอร์ ?....

ไมโครโปรเซสเซอร์คืออะไร

ไมโครโปรเซสเซอร์ คือ หัวใจของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ คือหน่วยประมวลผลกลาง หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า ซีพียู (CPU-CENTRAL PROCESSOR UNIT) โดยตัวมันจะทำหน้าที่หลักในการประมวลผล และควบคุมการทำงานของระบบ การประมวลผลก็จะทำงานในลักษณะของดิจิตอล คือ ตัวเลข "0" และ "1" ซึ่งใช้หลักการของแรงดันนั่นเอง ลักษณะการประมวลผลจะทำในลักษณะทางลอจิก และทางคณิตศาสตร์พื้นฐาน ส่วนการควบคุมก็จะควบคุมลักษณะการทำงานของทั้งระบบ ไมโครโปรเซสเซอร์จะมีราคาเพียงไม่กี่ร้อยบาท แต่อย่างไรก็ตามเราจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แต่เพียงอย่างเดียวก็ไม่ได้ จำเป็นจะต้องประกอบกับไอซีอื่นอีกเพื่อให้เกิดเป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์

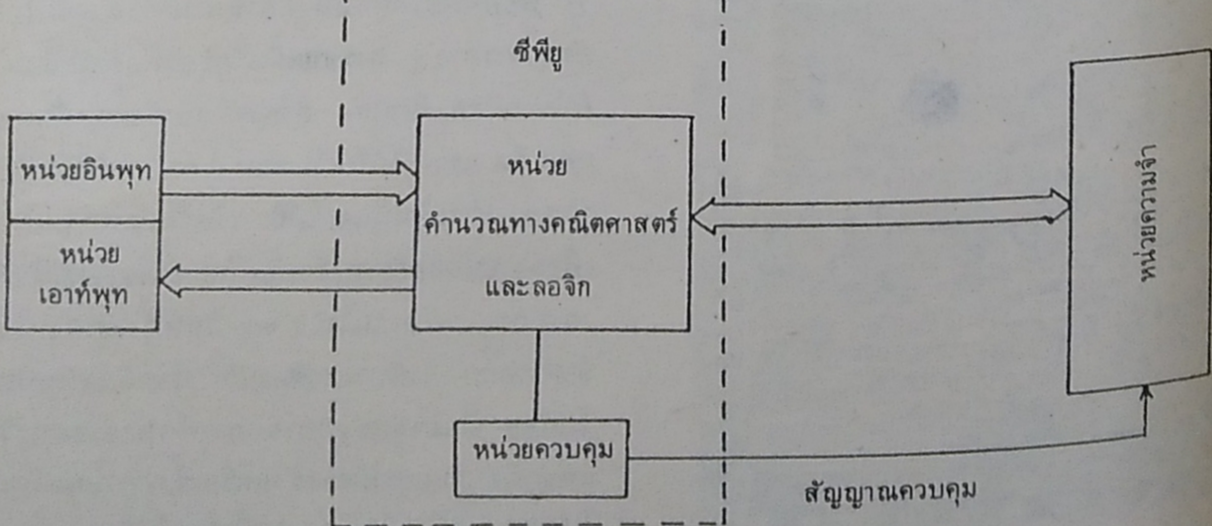


รูปที่ 2 ไอซีไมโครโปรเซสเซอร์ในปัจจุบันราคาเพียงไม่กี่ร้อยบาท

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

ลำพังซีพียูอย่างเดียวยังไม่สามารถทำงานอะไรได้ จำต้องมีหน่วยอินพุทและเอาท์พุท พร้อมกันนี้ยังต้องมีหน่วยสมองในการจดจำทั้งข้อมูลและลำดับคำสั่งที่เรียกว่า โปรแกรม ไดอะแกรมง่าย ๆ ของระบบไมโครคอมพิวเตอร์แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3

หน่วยอินพุททำหน้าที่หลักในการป้อนข้อมูลเข้าไปยังซีพียู เพื่อทำการคำนวณหรือส่งผ่านเข้าไปยังหน่วยความจำหรือหน่วยเอาท์พุทก็ได้ หน่วยเอาท์พุทก็ทำหน้าที่ในการรับผลลัพธ์ข้อมูลออกมา โดยปกติหน่วยอินพุทและเอาท์พุทจะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์เพื่อรับเข้าหรือส่งออกซึ่งสัญญาณนี้ไม่ใช่สัญญาณดิจิตอล หน่วยความจำทำหน้าที่หลักในการเก็บข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นโปรแกรมหรือข้อมูลไว้



รูปที่ 3 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์อย่างง่าย ๆ

เปรียบเทียบกับการใช้เครื่องคิดเลข

การทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์อื่นใดก็เหมือนกับ หลักการของการใช้เครื่องคิดเลข และเพื่อเข้าใจในหลักการลองมาพิจารณาว่าเราต้องทำอะไรบ้างในการใช้เครื่องคิดเลข ทำการคำนวณดังนี้ 6 + 2 = ?

ขั้นที่ 1 สมองเราสั่งงานให้เรามองหาตัวเลขตัวแรกที่จะนำมาบวก เรามองเห็นตัวเลข "6"

ขั้นที่ 2 สมองสั่งมือเรากด คือเลข 6 ลงไป

ขั้นที่ 3 สมองมองปัญหาบอกว่าเป็นการบวก

ขั้นที่ 4 สมองสั่งมือกดคีย์บวก

ขั้นที่ 5 สมองสั่งให้ตามองหาตัวเลขที่จะนำมาบวกเมื่อเจอแล้วกดคีย์ เลข 2

ขั้นที่ 6 สมองต้องการทราบผลลัพธ์สั่งการกดคีย์

ขั้นที่ 7 เครื่องคิดเลขทำการคำนวณ

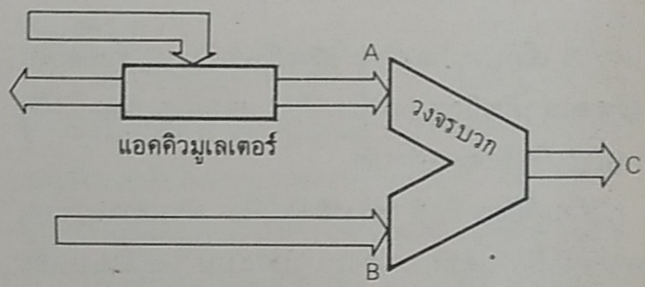
ขั้นที่ 8 เครื่องคิดเลขให้ผลลัพธ์ทางภาคแสดง

ขั้นที่ 9 สมองสั่งตามองหาผลลัพธ์ พร้อมจดจำไว้หรือจดผลลัพธ์ลงบนกระดาษ

การทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์

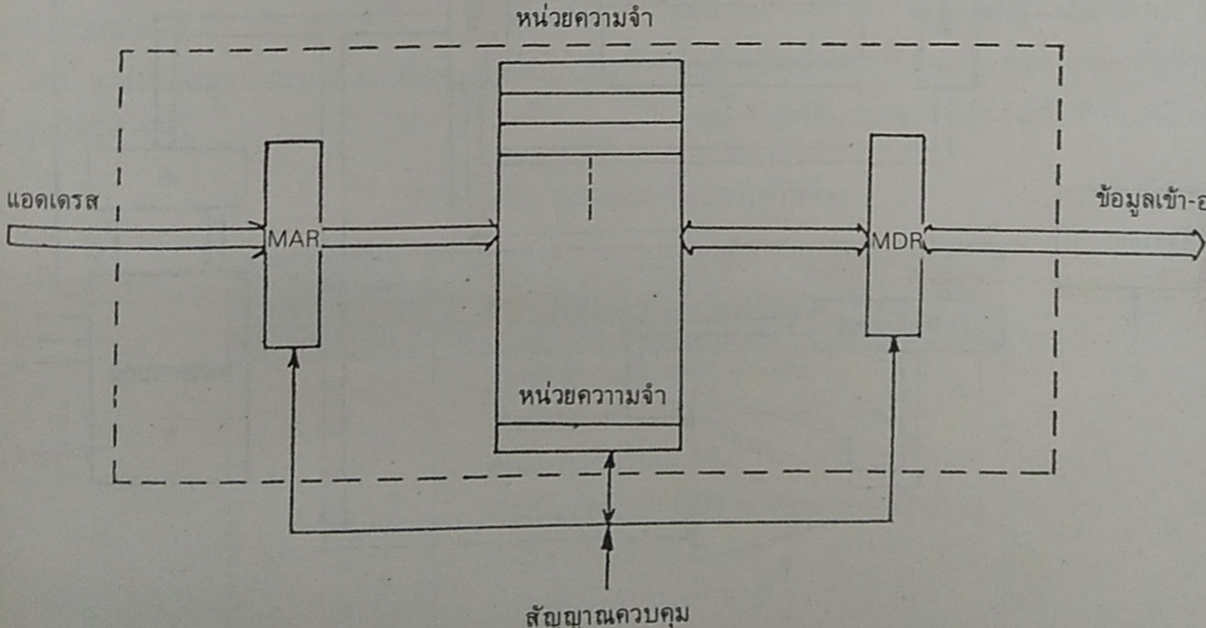
คราวนี้เราลองมาวาดภาพรูปแบบการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ดูบ้าง ในที่นี้เราจะรวมเป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์อย่างง่าย ๆ ขั้นแรกเราพิจารณากันที่หน่วยความจำก่อน หน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บข้อมูล โดยการเก็บข้อมูลจะเก็บได้ในรูปของจำนวนข้อมูลหลาย ๆ บิทเรียงกันที่เรียกว่า *เวิร์ด* ในหน่วยความจำจะมีข้อมูลเก็บได้เสมือนเรียงเป็นขั้น ๆ มากมาย (ดูรูปที่ 4) ลักษณะหรือตำแหน่งข้อมูลที่จะมีการเขียนหรืออ่าน จำเป็นจะต้องกำหนดแอดเดรสผ่านเข้ามาทาง MAR (Memory Address Register) ข้อมูลจะได้รับการเขียนหรืออ่านผ่านออกทาง MDR (Memory Data Register) การกำหนดการเขียนอ่านจะผ่านเข้ามาทางสัญญาณควบคุม

จะเห็นว่าหน่วยความจำก็คือ ที่เก็บหรือจดจำข้อมูลไว้เป็นจำนวนมาก อาจจะหลาย ๆ หมื่นชิ้น (Word) การเรียก (อ่าน) หรือเขียนข้อมูลจึงต้องมีการกำหนดว่าข้อมูลที่จะเขียนหรืออ่านอยู่ที่ใด

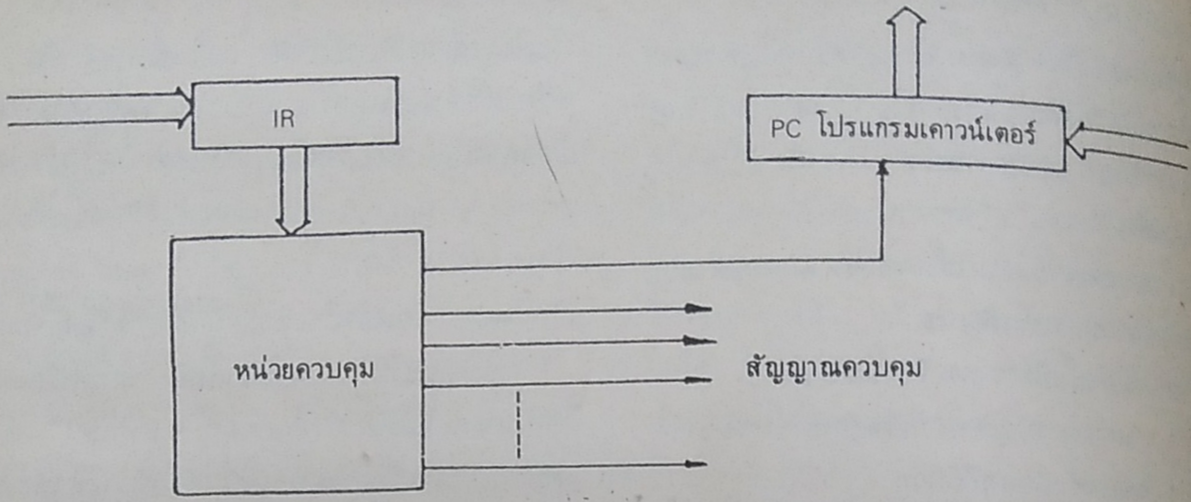


รูปที่ 5 หน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก

คราวนี้เรามาลองพิจารณาการทำงานในส่วนของหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิกบ้าง ซึ่งเป็นหน่วยอยู่ภายในไมโครโปรเซสเซอร์ เราจะสมมติระบบ ALU (Arithematic Logic Unit) ที่ง่ายที่สุดเป็นส่วนวงจรบวก (Adder) โดยมีส่วนการบวกเข้ามาได้ 2 ทางคือ



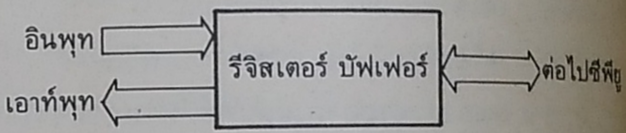
รูปที่ 4 โครงสร้างของหน่วยความจำ



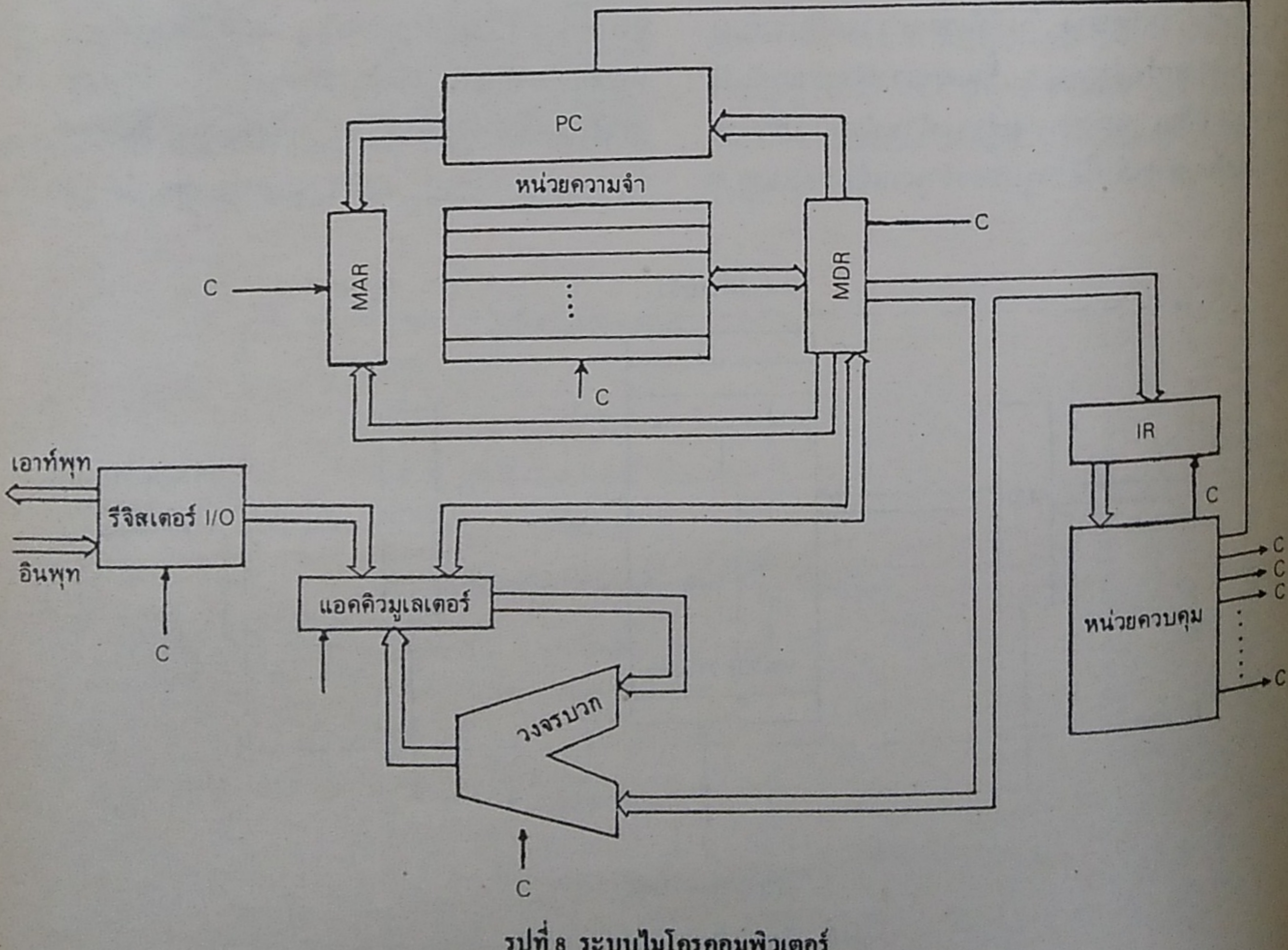
รูปที่ 6 ระบบควบคุมของไมโครคอมพิวเตอร์

A และ B เมื่อบวกกันแล้วจะได้ผลลัพธ์เป็น C ส่งออกไป เรามีส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่ง คือ *แอคคิวมูเลเตอร์* ซึ่งทำหน้าที่เป็นรีจิสเตอร์หลัก

ส่วนที่ยังเหลือสำหรับซีพียูก็คือ ส่วนการควบคุม ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ โดยระบบหลักที่ควรมีคือ *รีจิสเตอร์คำสั่ง* (Instruction Register) โดย



รูปที่ 7 การเชื่อมต่อกับ I/O



รูปที่ 8 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

เขียนตัวย่อว่า IR รีจิสเตอร์นี้เป็นรีจิสเตอร์หลักในการนำคำสั่งมาตีความ โดยการทำงานของซีพียูแต่ละครั้งจะพิจารณาว่าให้ทำอะไรด้วยการดูคำสั่งที่รีจิสเตอร์นี้เอง นอกจากนี้รีจิสเตอร์ IR แล้วยังมีรีจิสเตอร์ที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ PC. (Program Counter) มีหน้าที่หลักในการกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมเพื่อให้ซีพียูทำงาน สำหรับหน่วยควบคุมจะพิจารณาจาก IR แล้วส่งสัญญาณควบคุมไปควบคุมในส่วนต่าง ๆ ของระบบ

หลักการทำงาน คือ ซีพียูจะอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำเข้ามายัง IR เพื่อตีความว่าโปรแกรมส่วนนี้เป็นอะไร โดยตำแหน่งของโปรแกรมที่จะอ่าน ซีพียูดูจาก PC เมื่ออ่านจากหน่วยความจำแล้ว PC จะเพิ่มค่าอีก 1 เมื่อคำสั่งมาอยู่ที่ IR แล้วก็จะได้รับการตีความที่หน่วยควบคุม

ส่วนสุดท้ายที่จะรวมทำให้ได้ไมโครคอมพิวเตอร์ คือ ส่วนที่จะต่อเชื่อมกับ I/O โดยมีรีจิสเตอร์เป็นตัวบัฟเฟอร์นั่นคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ I/O

เมื่อรวมกันหมดจะได้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 8

คราวนี้เราลองมาพิจารณาการทำงานในการบวกตามสมการ 6 + 2 = ? ดูบ้างว่าเราจะจัดลำดับการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างไร

ขั้นที่ 1 อ่านข้อมูลที่จะบวกจากอินพุทมาเก็บไว้ที่แอคคิวมูเลเตอร์

ขั้นที่ 2 เก็บข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์ไว้ที่หน่วยความจำตำแหน่ง 50

ขั้นที่ 3 อ่านข้อมูลที่จะบวกจากอินพุทอีกตัวมาเก็บไว้ที่แอคคิวมูเลเตอร์

ขั้นที่ 4 เก็บข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์ไว้ที่หน่วยความจำตำแหน่ง 51

ขั้นที่ 5 บวกข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์กับหน่วยความจำตำแหน่ง 50 ผลลัพธ์ที่เก็บไว้ที่แอคคิวมูเลเตอร์

ขั้นที่ 6 เก็บผลลัพธ์ไว้ที่หน่วยความจำตำแหน่งที่ 60

ขั้นที่ 7 หยุดการทำงาน

แต่อะไรจะเป็นตัวสั่งงานคอมพิวเตอร์ให้ทำตามขั้นตอนเช่นนั้นได้ คำตอบก็มีอยู่ว่า *โปรแกรม* ไงเล่า ดังนั้นเราจึงต้องเก็บโปรแกรมการทำงานของคอมพิวเตอร์ไว้ก่อนในหน่วยความจำ แต่เนื่องจากหน่วยความจำเก็บเฉพาะตัวเลข "0" หรือ "1" ดังนั้น คำสั่งเหล่านั้นจะต้องใช้ในรูปของรหัสไบนารี่เสียก่อน แล้วนำไปเก็บในหน่วยความจำ

จากตัวอย่างนี้โปรแกรมจะเริ่มเก็บไว้ในหน่วยความจำตั้งแต่แอดเดรส 100 เป็นต้นไป ครั้นต้องการให้ไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มทำงานตามโปรแกรมนี้ คือ 6 + 2 = ? ก็จะเริ่มให้คอมพิวเตอร์ทำงานตั้งแต่แอดเดรส 100 นี้

ลองมาพิจารณาดูว่า เมื่อ PC = 100 แล้วเราเริ่มให้ทำงาน ซีพียูจะทำอะไรบ้าง เริ่มแรก ข้อมูล PC จะส่งไปยัง MAR อ่านคำสั่งในหน่วยความจำมา MDR ข้อมูลคำสั่งจาก MDR ถ่ายมายัง IR และได้รับการตีความ เมื่อทราบว่าเป็นอะไร ซีพียูจะอ่านข้อมูลจากรีจิส อร์ I/O มายัง แอคคิวมูเลเตอร์ จากนั้น PC จะเพิ่มค่าอีก 1 เป็น 101 เริ่มทำงานขั้นที่ 2 ต่อไป

เมื่อทำงานเช่นนี้ซีพียูจะกระทำต่อเนื่องกันทีละขั้นเสมือนกับที่เราวางไว้ในโปรแกรมทีละขั้น แต่ถ้าบางคำสั่งเป็นเงื่อนไขที่ต้องมีการตรวจสอบซีพียูก็จะตรวจสอบ และเมื่อตรวจสอบแล้วก็จะไปทำตามเงื่อนไขที่วางไว้

ตารางที่ 1 ลักษณะโปรแกรมตัวอย่าง

หน่วยความจำตำแหน่งที่	คำสั่ง
100	อ่านข้อมูลเก็บในแอคคิวมูเลเตอร์
101	เก็บข้อมูลจาก AC ไปยังหน่วยความจำ 50
102	อ่านข้อมูลมาเก็บใน AC
103	เก็บข้อมูลจาก AC ไปยังหน่วยความจำตำแหน่ง 51
104	(AC) + M(50) → (AC)
105	เก็บผลลัพธ์ (AC) → M(60)
106	จบหยุดการทำงาน

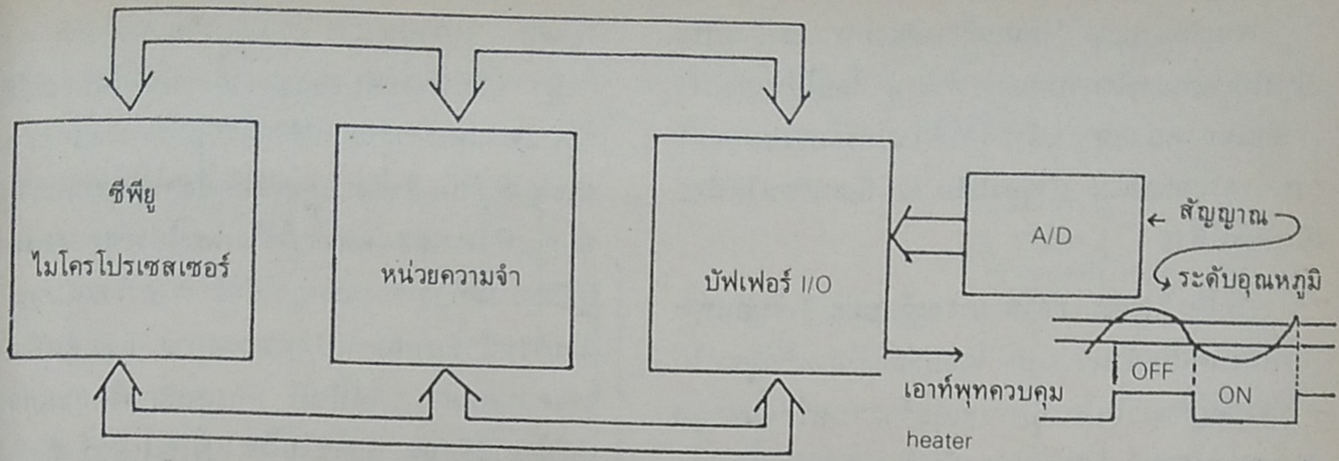
โดยปกติลักษณะของชุดคำสั่งของไมโครโปรเซสเซอร์จะมีได้จำกัด ซึ่งอาจจะมีแต่เพียงบวกอย่างเดียว แต่ถ้าต้องการให้กระทำเลย เราก็ทำได้ด้วยหลักการทางลอจิก กล่าวคือ การบวกของตัวเลขลบ ดังนั้นเราต้องใช้วิธีทางลิจิกทำตัวเลขให้เป็นลบเสียก่อนแล้วจึงนำมาบวก แต่ถ้าต้องการคูณก็ทำได้ด้วยการบวกหลายครั้ง หรือใช้วิธีการบวกแบบเลื่อนบิท ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในที่นี้

การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในงานควบคุม–อุตสาหกรรม

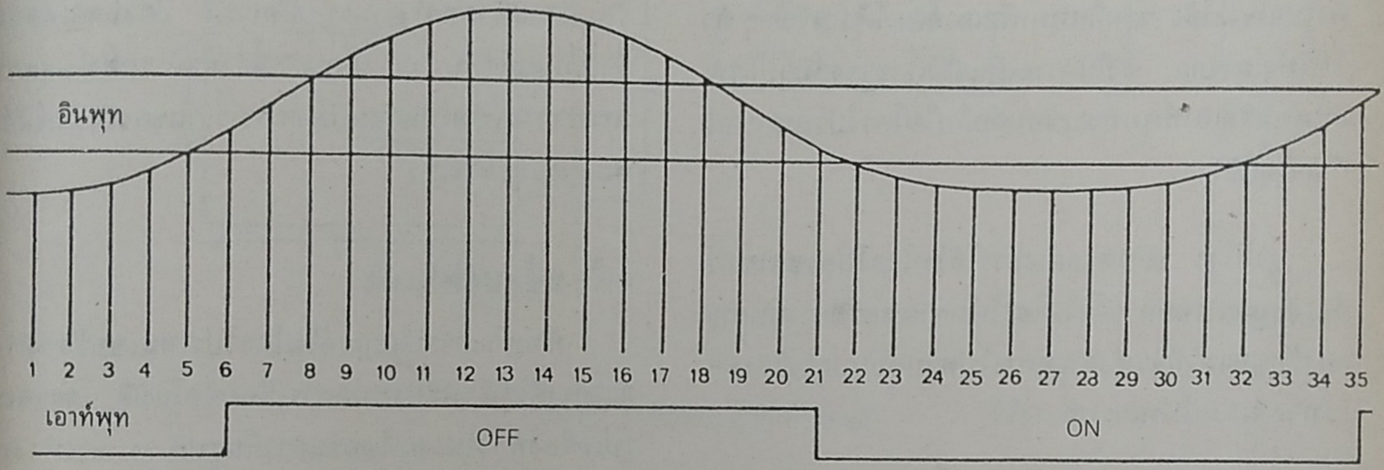
– การใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมความร้อนของเตาเผาของโรงงานอุตสาหกรรม
ในที่นี้สมมติว่าใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมเตาเผาหรือ Heater โดยใช้วิธีการ ON และ OFF กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิในเตาเผาเกินกว่าที่ตั้งไว้ก็ให้เครื่องทำการ OFF เครื่องทำความร้อน (Heater) ครั้นอุณหภูมิในเตาเผาลดลงมา ถึงค่าๆ หนึ่ง ซึ่งเป็นอุณหภูมิระดับล่าง ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งสัญญาณไปยัง Heater ให้ทำงานเพื่อเพิ่มอุณหภูมิขึ้น ในการที่จะควบคุมการทำงานนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะตรวจสอบการอ่านข้อมูลทุกระยะเวลา △ t การอ่านข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องอ่านข้อมูลในลักษณะดิจิตอล ดังนั้นการที่จะตรวจสอบอุณหภูมิของเตาเผา จึงต้องมีทรานสดิวเซอร์เปลี่ยนอุณหภูมิ โดยทั่วไปจะเปลี่ยนออกมาเป็นแรงดัน ดังนั้นจึงต้องมีวงจรเปลี่ยนสัญญาณอานาล็อกนี้ให้เป็นดิจิตอลเสียก่อน แล้วจึงให้ไมโครโปรเซสเซอร์อ่านข้อมูลนั้นได้

ตารางที่ 2 แสดงลำดับขั้นของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้รีจิสเตอร์ต่าง ๆ

คำสั่ง	PC	AC	MAR	MDR	I/OReg	IR	ลักษณะหน่วยความจำ R-Read W-Write	หมายเหตุ
Enter	100	?	?	?	?	?	?	
	100	?	100	(100)	?	?	R	
	101	?	100	(100)	6	(100)	?	
Input	101	6	100	(100)	6	(100)	?	
	101	6	101	(101)	?	(100)	R	
	102	6	101	(101)	?	(101)	?	
Store	102	6	50	6	2	(101)	W	
	102	6	102	(102)	2	(101)	R	
	103	6	102	(102)	2	(102)	?	
Input	103	2	102	(102)	?	(102)	?	
	103	2	103	(103)	?	(102)	R	
	104	2	103	(103)	?	(103)	?	
Store	104	2	51	2	?	(103)	W	
	104	2	104	(104)	?	(103)	R	
	105	2	104	(104)	?	(104)	?	
Add	105	2	50	(50)	?	(104)	R	
	105	8	50	(50)	?	(104)	?	
	105	8	105	(105)	?	(104)	R	
	106	8	105	(105)	?	(105)	?	
Store	106	8	60	8	?	(105)	W	
	106	8	106	(106)	?	(105)	R	ซีพียู
	107	8	106	(106)	?	(106)	?	หยุดการ
Halt	107		HALT					ทำงาน

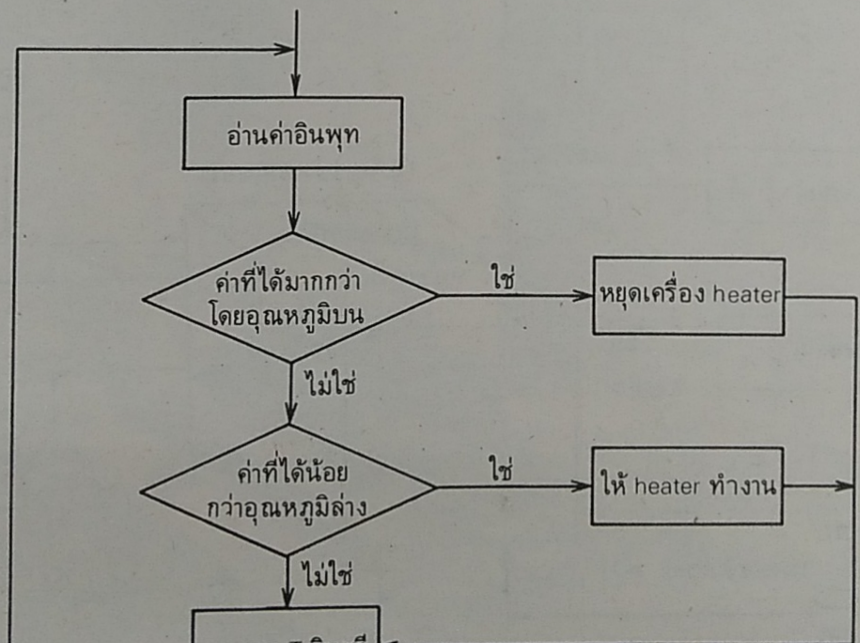


ก. บล็อกไดอะแกรมแสดงการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมอุณหภูมิ



ข. แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของระดับอุณหภูมิกับเอาท์พุทที่ควบคุม Heater

รูปที่ ๙



รูปที่ 10 ผังโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเตาเผา

จากลักษณะจุดมุ่งหมายที่เราต้องการ เราสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงาน โดยโปรแกรมไว้ในส่วนของหน่วยความจำเพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์กระทำตามตลอดไป ผังของโปรแกรมที่เราเขียนได้นี้จะเป็นดังรูปที่ 10

ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถเชื่อมต่อเข้ากับอินพุทเอาท์พุทได้เป็นจำนวนมาก โดยปกติการอ่านข้อมูลหรือการส่งข้อมูลของไมโครโปรเซสเซอร์จะรับหรือส่งข้อมูลแบบขนานตามจำนวนบิทของบัสข้อมูล การเชื่อมต่ออินพุทและเอาท์พุทแต่ละตัวจึงส่งข้อมูลขนานและโดยทั่วไปอาจจะใช้จำนวนอินพุทหรือเอาท์พุทได้เป็นร้อย ๆ ตัว ซึ่งนับว่าสูงมาก ซึ่งในความเป็นจริงเราอาจจะมีอุปกรณ์อินพุทหรือเอาท์พุทที่จะเชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์เพียงไม่กี่ตัว

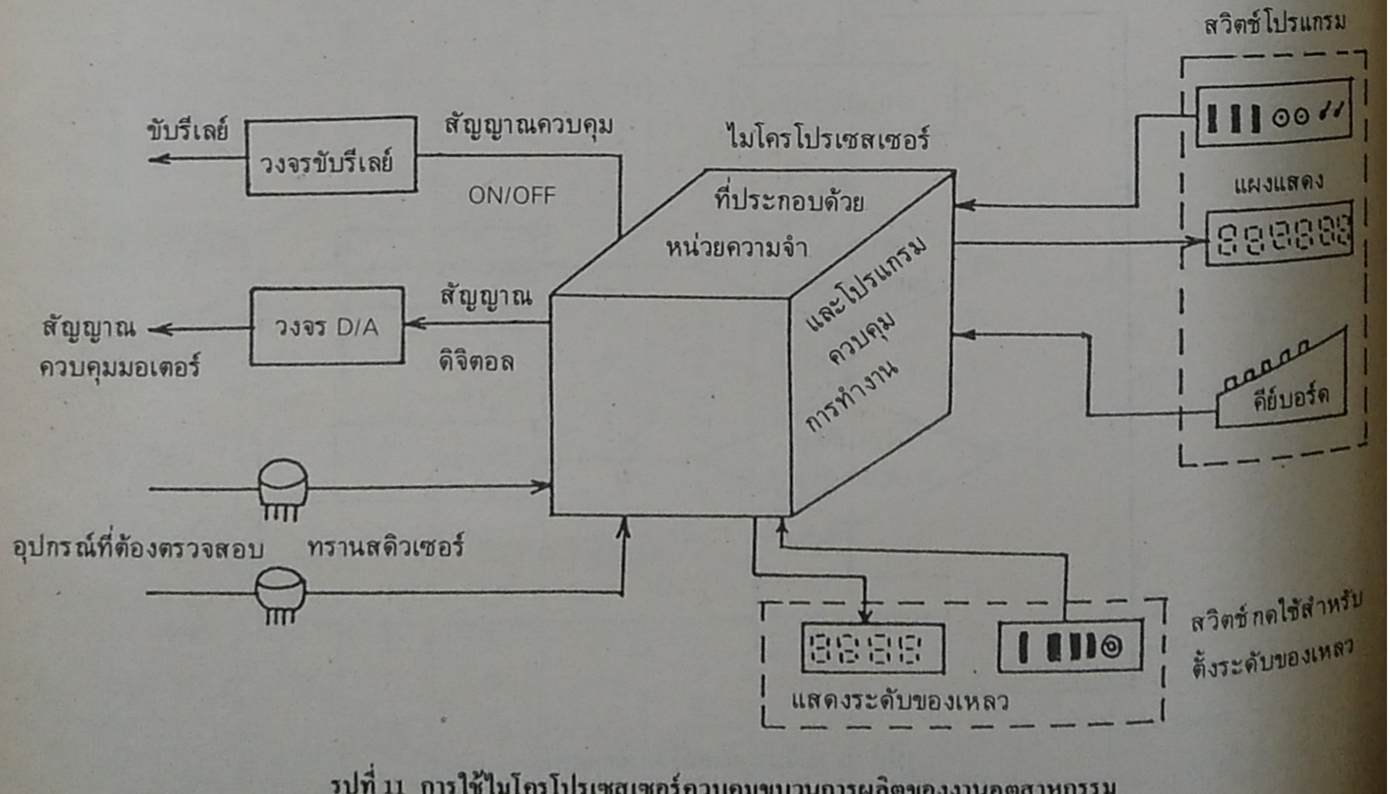
รูปที่ 11 เป็นตัวอย่างการใช้ไมโครโปสเซสเซอร์อ่านข้อมูลการผลิต เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ตีความหมายของข้อมูลแล้วก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทำงานตามโปรแกรมที่วางไว้

ตัวแปรที่ให้เครื่องอ่านเป็นข้อมูลมาพิจารณาการควบคุมนั้น อาจมาจากจุดต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม เช่นต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับการวัด อุณหภูมิ ความดันไอน้ำ ปริมาณระดับของแหลม ฯลฯ ในกรณีนี้ถ้าเป็นระบบควบคุมด้วยมือจะต้องใช้พนักงานนั่งคอยอ่านค่าต่าง ๆ เหล่านี้แล้วส่งข้อมูลเข้ามายังศูนย์ควบคุมเพื่อควบคุมการทำงานต่อ แต่เมื่อใช้ไมโครโปรเซสเซอร์อ่านข้อมูลสามารถทำการอ่านข้อมูลได้อย่างรวดเร็วแน่นอน และสามารถนำข้อมูลมาแปลความหมาย และตัดสินใจสั่งการควบคุมต่าง ๆ ได้ทันที ลองดูบล็อกไดอะแกรมของเครื่องอ่านข้อมูล โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ดังรูปที่ 12

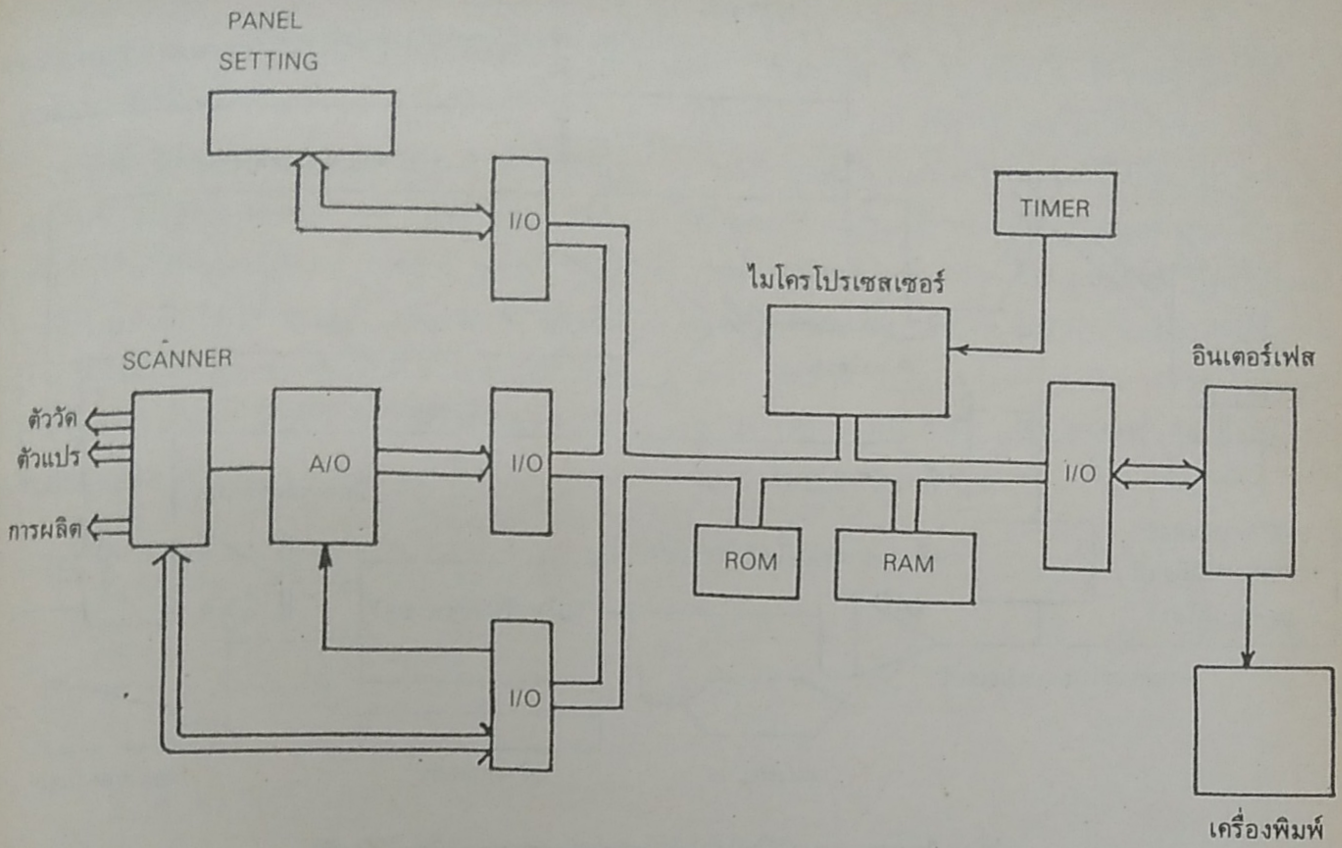
การวัดโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถบันทึกข้อมูลและทำการทำงานแบบอัตโนมัติ มีความแน่นอนสูง จึงมีผู้นิยมใช้กันมาก นอกจากนี้ยังสามารถตั้งโปรแกรมการทำงานหรือเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว

เครื่องเชื่อมอัตโนมัติ

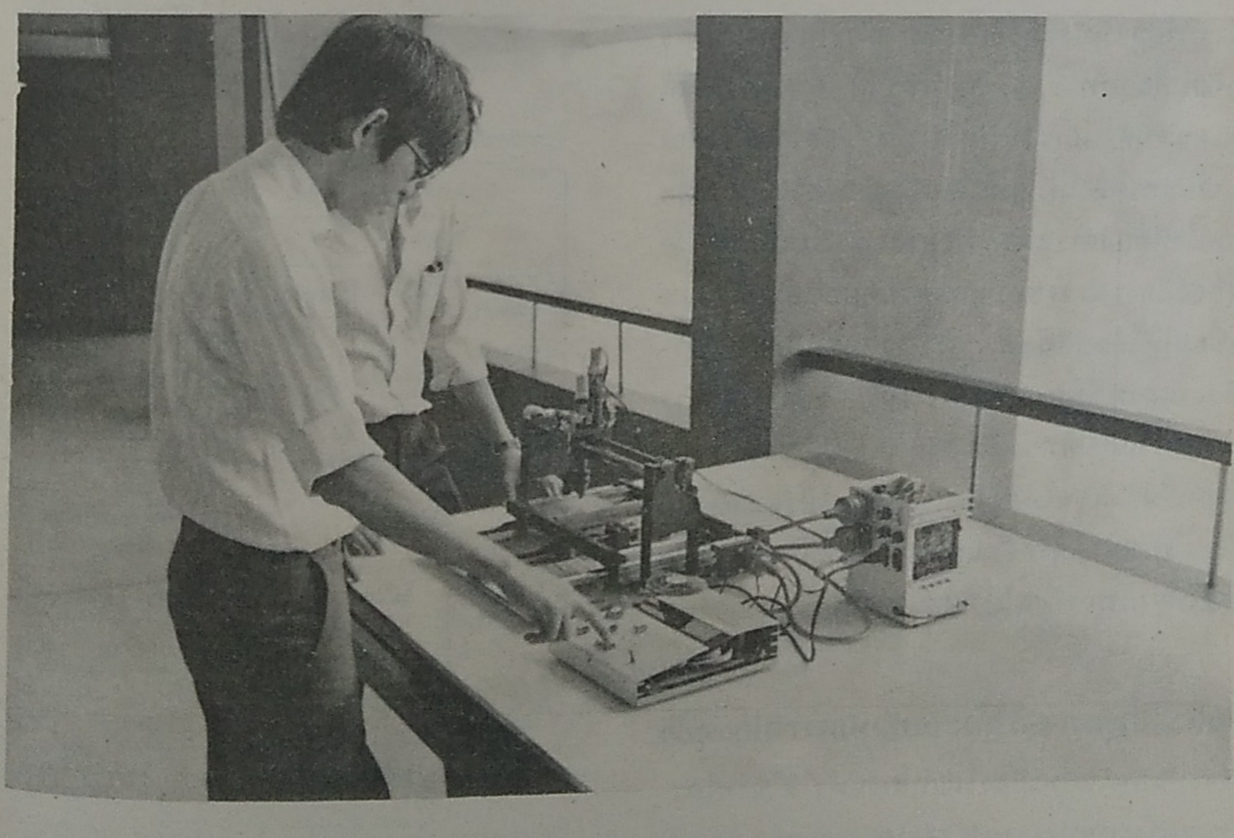
ตัวอย่างการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์สำหรับตัวอย่างนี้ใช้สำหรับระบบการเชื่อมอัตโนมัติ โดยแสดงรูปเครื่องทำงานและไดอะแกรมในรูปที่ 14 การทำงานของเครื่องเชื่อมจะต้องการความถูกต้อง โดยการวางชิ้นงานไว้แล้วควบคุมให้เครื่องเชื่อมในตำแหน่งต่าง ๆ ได้



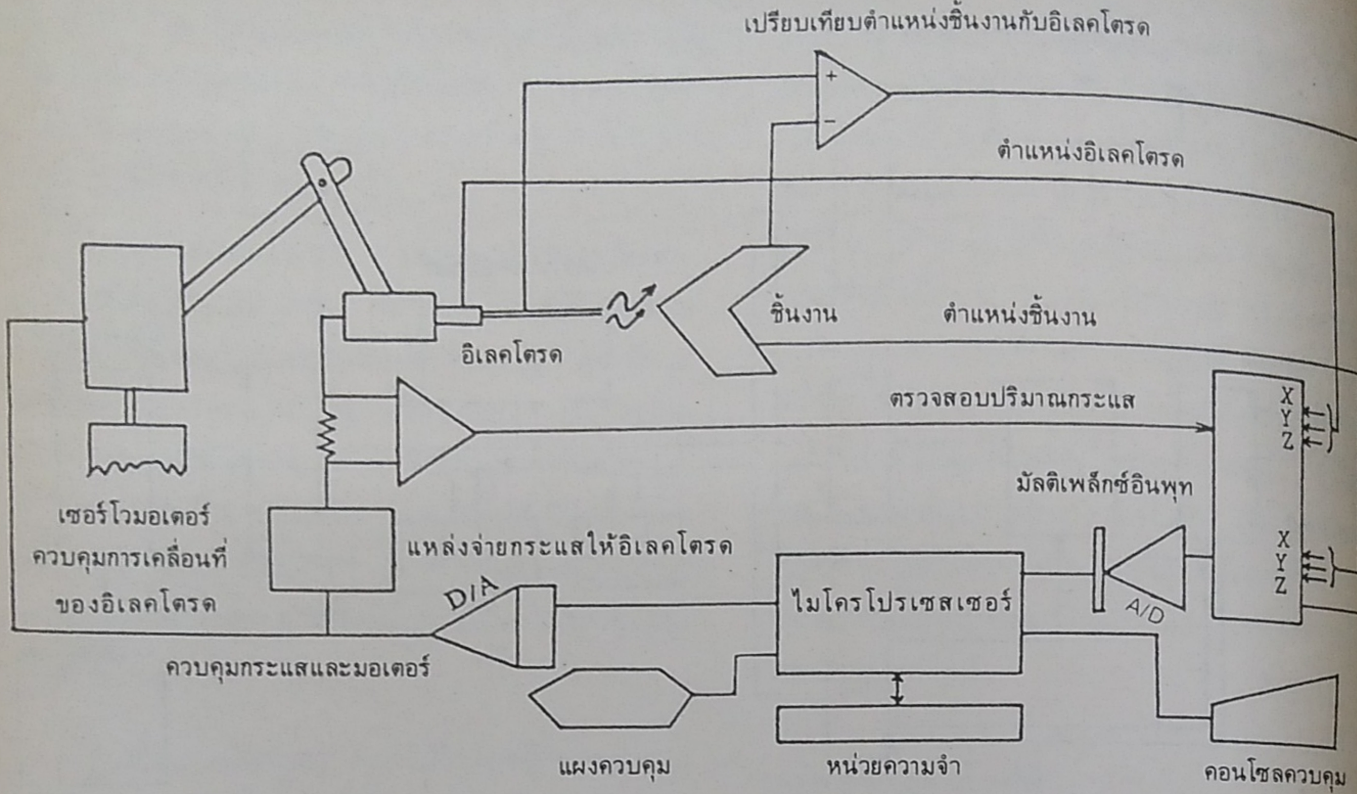
รูปที่ 11 การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมขบวนการผลิตของงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 12 ระบบวัดและบันทึกข้อมูล



รูปที่ 13 ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการเจาะแผ่นวงจรพิมพ์



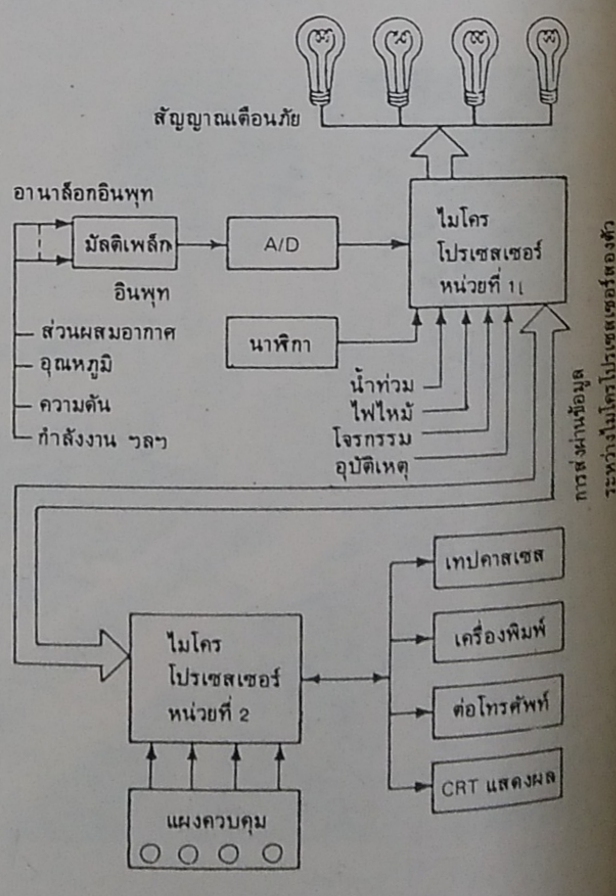
รูปที่ 14 ไดอะแกรมการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการเชื่อมอัตโนมัติ

อย่างถูกต้อง การเชื่อมเช่นนี้จึงต้องการความแน่นอนทั้งในแกน X แกน Y และแกน Z

การหาตำแหน่งของอิเลคโตรดกับชิ้นงานจะต้องเปรียบเทียบทั้งทิศทาง X, Y, และ Z หากว่ายังไม่ได้ตรงตำแหน่งที่ต้องการไมโครโปรเซสเซอร์จะควบคุมทิศทางหรือการเคลื่อนที่โดยใช้เซอร์โวมอเตอร์เมื่อควบคุมได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วก็จ่ายกระแสปริมาณการจ่ายกระแสก็จะมีการตรวจสอบและควบคุมปริมาณกระแสในการเชื่อมให้ได้ผลดีที่สุด การทำงานเช่นนี้อาจมีโปรแกรมสั่งงานการเชื่อมแต่ละชิ้นวางตามต้องการโดยการเก็บโปรแกรมไว้ในรูปตัวกลางอื่นเช่น เทปคาสเซตต์ ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนชิ้นงานชุดใหม่ก็มีการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่ การเปลี่ยนโปรแกรมหรือดัดแปลง วิธีการบางอย่างอาจทำได้ด้วยเพียงการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น

การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ให้ระบบรักษาความปลอดภัย

ปัจจุบันกิจการในเมืองไทยหลายแห่งได้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยเช่น ธนาคาร โรงงานอุตสาหกรรม การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 15 ระบบรักษาความปลอดภัย

ควบคุมระบบรักษาความปลอดภัยนี้ ทำได้ตลอดเวลา มีความแน่นอนสูงและสามารถทำตามฟังก์ชันต่าง ๆ ที่มีผู้โปรแกรมวางไว้ได้เป็นอย่างดี

จากรูปที่กล่าวถึงนี้ เราใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่ 1 เป็นตัวเก็บข้อมูลเมื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แล้วก็จะส่งผ่านข้อมูลที่เก็บได้มาให้ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่ 2 ต่อไป โดยไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่เป็นตัววิเคราะห์ผล และในทำนองกลับกันไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่ 2 จะรับโปรแกรมมาทำงานและส่งไปควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่ 1 ให้เก็บข้อมูลที่ต้องการได้

บทสรุป

ตัวอย่างการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ไม่มีขีดจำกัดขึ้นอยู่กับออกแบบ การประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นการประยุกต์ด้วยโปรแกรมสั่งงานให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงาน ดังนั้นรูปแบบทางฮาร์ดแวร์ของไมโครโปรเซสเซอร์จึงมีส่วนคล้ายกัน คือ ประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์หน่วยความจำ อินพุท-เอาท์พุท และจะต่างกันที่เห็นได้ชัด คือส่วนการอินเตอร์เฟส ดังนั้นการประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์จึงเป็นไปได้ไม่มีขอบเขตจำกัด และนับวันจะกว้างขวางยิ่งขึ้นทุก ๆ วัน

อนาคต ของไมโครคอมพิวเตอร์ ในอีก 10 ปีข้างหน้า

ไมโครฯ สิ่งประดิษฐ์มหัศจรรย์

ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่นับได้ว่าเด่นที่สุดในบรรดาสิ่งประดิษฐ์ที่เกิดขึ้นทางอิเลคทรอนิคส์ในรอบสิบปี ไมโครโปรเซสเซอร์หรือซีพียู (CPU - central processing unit) ชิ้นจิ๋วได้ทำให้ราคาของคอมพิวเตอร์ตกลงมาจากเรือนแสนเรือนล้านเหลือเพียงเรือนพันเท่านั้น ไมโครโปรเซสเซอร์สร้างสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ในยุคปัจจุบันนับไม่ถ้วน ไมโครโปรเซสเซอร์จึงเป็นที่กล่าวขวัญถึงกันทุกวงการ

ความเคลื่อนไหวของวงการไมโครคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ทุกบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ต่างทุ่มเททางค้นคว้าอย่างจริงจังทำให้ปัจจุบันมีไมโครโปรเซสเซอร์เกิดขึ้นมากมายหลายร้อยเบอร์ ส่วนใหญ่ของโครงสร้างแต่ละเบอร์จะคล้ายกัน จะแตกต่างกันบ้างในส่วนรายละเอียดและขีดความสามารถทางชุดคำสั่ง ในปี พ.ศ.2524 ได้มีการสำรวจตัวเลขกันอย่างประมาณว่า ทุกบริษัทที่ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ได้ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ออกขายมียอดรวมกันถึง 146 ล้านชิ้น และแนวโน้มทางด้านการผลิตก็สูงขึ้นเพราะความต้องการทางตลาดยังคงเพิ่มมากขึ้นทุก ๆ ปี

ถ้าหากพิจารณาถึงการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้ประโยชน์ เราจะพบเห็นชิ้นสารซิลิคอนเล็ก ๆ ที่ว่านี้แทรกซึมเข้าไปทุกวงการ ชิ้นซิลิคอนนี้ได้เข้ามาสู่ระบบควบคุมเทอร์โมสตัทให้กับเครื่องปรับอากาศ ควบคุมการทำงานของเตาอบไมโครเวฟ โทรศัพท์กดปุ่มเครื่องเสียงสเตริโอ เครื่องเล่นเทปโทรทัศน์ ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้าน ฯลฯ การใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในระบบต่าง ๆ เหล่านี้สืบเนื่องจากข้อดีเด่นทางด้านความสามารถ ราคา และง่ายต่อการออกแบบ

ในรถยนต์ไมโครโปรเซสเซอร์ก็อาจแทรกเข้าไปเป็นบอร์ดการควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ เพื่อทำให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและลดค่าใช้จ่ายในเรื่องน้ำมันเชื้อเพลิง ในรถยนต์บางคันอาจใช้ไมโครโปรเซสเซอร์แสดงผลค่าการวัดต่าง ๆ บนหน้าปัดเพื่อบอกหรือส่งสัญญาณเตือนคนขับ และอาจเลยต่อไปถึงระบบควบคุมอื่น ๆ ที่มีอยู่ในรถเช่น ระบบควบคุมรักษาความปลอดภัย ควบคุมเทปวิทยุ ฯลฯ

ไมโครโปรเซสเซอร์ยังมีบทบาทที่สำคัญต่อไปในการควบคุมการทำงานของสัญญาณไฟจราจร ควบคุมการนับรถ การเก็บเงิน การใช้เส้นทางบนทางด่วน เช่น ของการทางพิเศษในปัจจุบัน

ในที่ทำงานไมโครโปรเซสเซอร์อาจเข้ามาควบคุมการปิดเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าเพื่อการประหยัด เป็นเครื่องพิมพ์ดีดอัตโนมัติ (word processing) เครื่องคำนวณช่วยทางบัญชี ใช้ในระบบ

โทรศัพท์ตู้สาขาย่อย (PABX) ใช้ในเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องบันทึกเงินสด ฯลฯ

สิ่งที่กล่าวมานี้เป็นเพียงส่วนย่อยของการนำไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้ประโยชน์เท่านั้น การใช้งานมีมากมายสุดแต่ผู้ออกแบบอยากจะนำไปใช้ การพัฒนาด้านนี้เมืองไทยในแง่การประยุกต์ยังมีน้อย และเราน่าจะมีการศึกษาและพัฒนาด้านนี้อย่างจริงจังเพื่อรับมือกับเทคโนโลยีแขนงนี้ เรามีความเชื่อมั่นว่าคนไทยมีความสามารถในการเรียนรู้ไม่แพ้ชนชาติใดในโลก (ถ้าให้โอกาส)

จุดกำเนิดของไมโครโปรเซสเซอร์

ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวแรกที่อุบัติขึ้นในโลกและเริ่มต้นศตวรรษของไมโครคอมพิวเตอร์ถือกำเนิดมาตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ.2514 การอุบัติของไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 4004 มีเรื่องเล่าที่น่าสนใจ กล่าวคือในตอนกลางปี พ.ศ.2512 บริษัทบิวสิคอมจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตเครื่องคิดเลขตั้งโต๊ะขณะนั้นได้ติดต่อมายังบริษัทอินเทล ว่าจ้างบริษัทอินเทลผลิตไอซีที่ใช้ในเครื่องคิดเลขที่โปรแกรมได้

บริษัทอินเทลได้มอบหมายงานชิ้นนี้ให้กับ มาร์เชียน อี ฮอฟฟ์ (Marcian E Hoff) ซึ่งเป็นวิศวกรของอินเทล ซึ่งในขณะนั้นบริษัทอินเทลมีเพียงพนักงานไม่กี่คน ฮอฟฟ์ได้เริ่มงานการศึกษาและทำรายงานเบื้องต้นเสนอบริษัท

ในขณะนั้นฮอฟฟ์ได้เฝ้ามองและทำการศึกษาใช้งานเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ PDP-8 ของบริษัท ดิจิตอล อิควิปเมนต์ คอร์เปอเรชั่น (DEC) อยู่ เขากล่าวว่า "เป็นเครื่องที่ได้รับการออกแบบดี การออกแบบดูง่ายและหลักการพื้นฐาน แต่สามารถทำงานได้มากมาย มันสามารถทำโปรแกรมภาษาฟอร์แทรนได้ด้วย ทั้ง ๆ ที่ภายในมีชุดคำสั่งที่ง่ายและพื้นฐานมาก" ฮอฟฟ์กล่าวต่อว่า "เมื่อผมมองดูเครื่อง PDP-8 แล้วผมก็มองดูจุดมุ่งหมายของบริษัทบิวสิคอม ผมก็ประหลาดใจว่าทำไมเครื่องคิดเลขจึงไม่สามารถทำงานได้มากและดีเท่าเครื่อง PDP-8" ฮอฟฟ์ได้ทำการร่างการออกแบบเบื้องต้นเกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์ 4 บิท ที่นักออกแบบชาวญี่ปุ่นในขณะนั้นไม่มีใครสนใจ ผู้บริหารของบริษัทอินเทลเห็นร่างการออกแบบของฮอฟฟ์กล่าวชมเชยในแนวความคิดและให้ฮอฟฟ์ดำเนินการต่อไป ในเดือนตุลาคม 2512 ผู้บริหารของบริษัทบิวสิคอมมาดูรายละเอียดการออกแบบของฮอฟฟ์กล่าวกับฮอฟฟ์ว่า "หวังว่าการออกแบบของคุณคงจะได้ดีอย่างที่คุณกล่าวไว้"

ฮอฟฟ์พิจารณาโครงสร้างของ PDP-8 แล้วเห็นว่า PDP-8 ต้องใช้หน่วยความจำชนิดคอร์แม่เหล็กและวงจรลอจิกที่ยุ่งยาก ฮอฟฟ์ตระหนักว่าการทำชุดคำสั่งให้ง่ายและหาทางสนับสนุนการทำงานของโปรเซสเซอร์ด้วย



รูปที่ 1 ภาพโฆษณาไมโครโปสเซสเซอร์ภาพแรกที่อินเทลโฆษณาลงในวารสาร Electronic News ฉบับเดือนพฤศจิกายน 2514

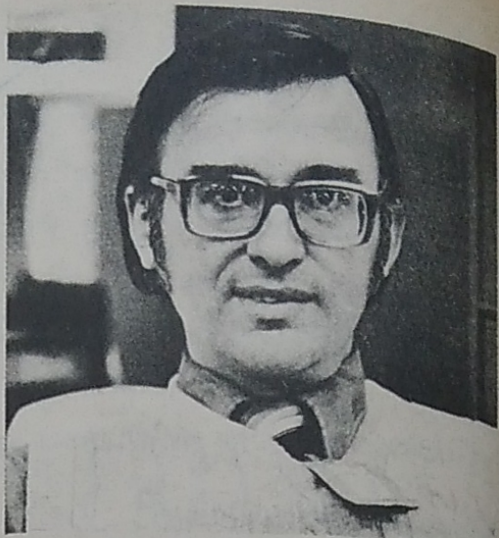
ไอซีหน่วยความจำที่ในขณะนั้นเริ่มผลิตออกสู่ตลาดแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวแรกก็จะสำเร็จลงได้ ดร.ฮอฟฟ์ ได้ทำการออกแบบไมโครโปรเซสเซอร์ 4 บิท ซึ่งในขณะนั้นไม่มีใครสนใจที่จะออกแบบตัวโปรเซสเซอร์ขนาดเล็กเพียง 4 บิทเลย จนกระทั่งในปี พ.ศ.2514 ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 4004 ก็ปรากฏขึ้นและเปิดศักราชยุคไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นทันที

ดังเป็นพลุแตก

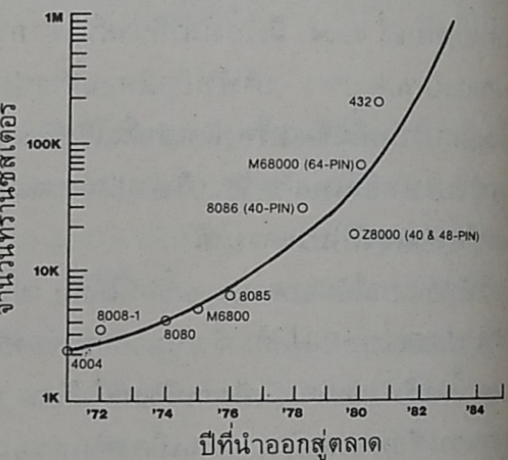
เมื่ออินเทลนำออกขาย ไมโครโปรเซสเซอร์ก็เป็นที่กล่าวขวัญกันอย่างกว้างขวาง อินเทลเองรู้ว่าจะมีคู่แข่งเกิดขึ้นในวงการอย่างมากมาย ดังนั้นอินเทลจึงทุ่มการค้นคว้าอย่างจริงจังเพิ่มเติมจนสามารถสร้าง 8080 ออกมาได้ในปี พ.ศ.2516 และในปี 2517 มีไมโครโปรเซสเซอร์ที่ประกาศขายในตลาดถึง 19 เบอร์และในปีต่อมา จำนวนไมโครโปรเซสเซอร์เป็น 40 ตัว และในปี 2519 ก็มีถึง 54 ตัว ในปี 2517 นายมาซาโตชิ ชิมา (Masatoshi Shima) ซึ่งเคยร่วมงานออกแบบ 8080 ให้กับอินเทลได้รวมเพื่อนได้อีกหลายคนที่ออกจากอินเทลมาตั้งบริษัทไซล็อก (Zilog) และได้สร้างไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z80 ขึ้นในที่สุด ลองดูแนวทางพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ดังตารางที่ 1

การพัฒนาทางไมโครเป็นศึกแข่งขันกันอย่างหนัก ต่างฝ่ายต่างเร่งพัฒนา บริษัทส่วนใหญ่ในยุคแรกเป็นบริษัทที่อยู่ในสหรัฐอเมริกา

การพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์มิเพียงเกิดขึ้นในอเมริกาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น ในบางประเทศก็พยายามกระทำแต่ส่วนใหญ่แม้แต่ญี่ปุ่นเองก็ได้ซื้อลิขสิทธิ์มาทำการผลิตและหาทางประยุกต์ขึ้นใช้งาน



รูปที่ 2 ดร.ฮอฟฟ์ ผู้คิดไมโครโปรเซสเซอร์คนแรก

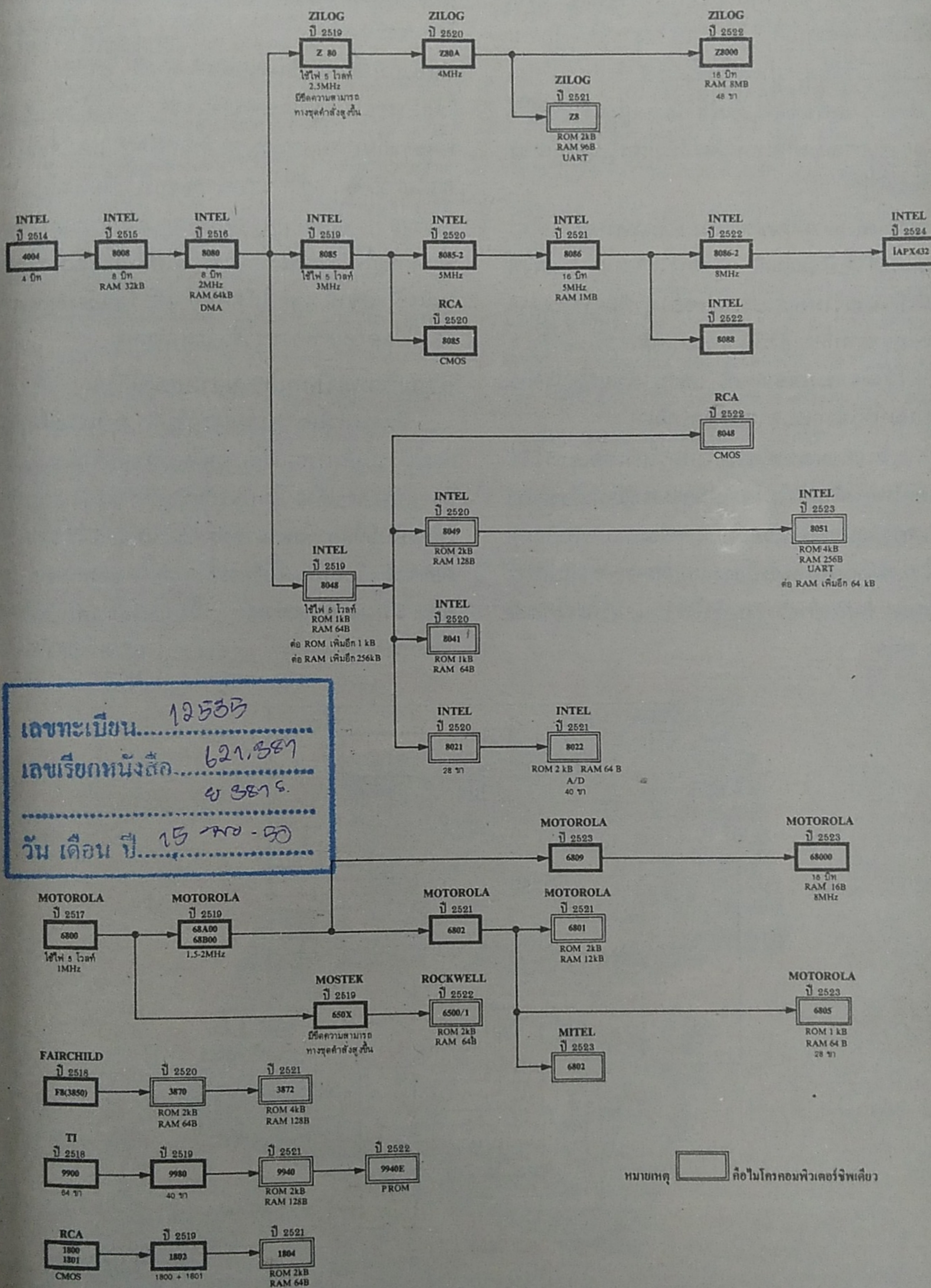


รูปที่ 3 แสดงการพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์

ตารางที่ 1 รายละเอียดการพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์

	ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์			
รายละเอียดภายใน	4004 (2514)	8080 (2517)	8086 (2521)	iAPX 432 (2524)
จำนวนทรานซิสเตอร์ภายใน	2300 ตัว	5500 ตัว	29,000 ตัว	225,000 ตัว
จำนวนชุดคำสั่งที่มี	45 ชุด	111 ชุด	133 ชุด	240 ชุด
ต่อหน่วยความจำภายนอกได้	4.5 K ไบท์	64 K ไบท์	IM ไบท์	16Mไบท์ (และสร้างหน่วยความจำเทียมได้ 1 trillion ไบท์) (1 ล้านล้านไบท์)

แผนภูมิแสดงการพัฒนา ไมโครโปรเซสเซอร์



แตกลูกหลานไปอีกมาก

ความจริงแล้วการเริ่มต้นของไมโครโปรเซสเซอร์นั้นมีหลายสายด้วยกัน การแตกลูกหลานของโปรเซสเซอร์เป็นไปในหลายสาย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ไอซีในสหรัฐอเมริกา การวิวัฒนาการในสายที่สร้างความสำคัญและมีผู้ใช้กันมากเป็นสายของบริษัทอินเทล โมโต-โรล่า มอสเทค แฟร์ชายลด์ เท็กซัส อินสตรูเมนต์ อาร์ซีเอ ฯลฯ ลองพิจารณาแผนผังการพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ดังที่ได้แสดงไว้

แผนผังดังกล่าวนี้คงช่วยให้มองเห็นการพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์ได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตาม แผนผังที่แสดงนี้เป็นเพียงไมโครโปรเซสเซอร์ตัวที่มีผู้ใช้กันมากและแพร่หลายเท่านั้น ยังมีไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่น ๆ อีกมากที่ไม่ได้แสดงในตารางนี้ และบางเบอร์ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานเฉพาะอย่างเท่านั้น

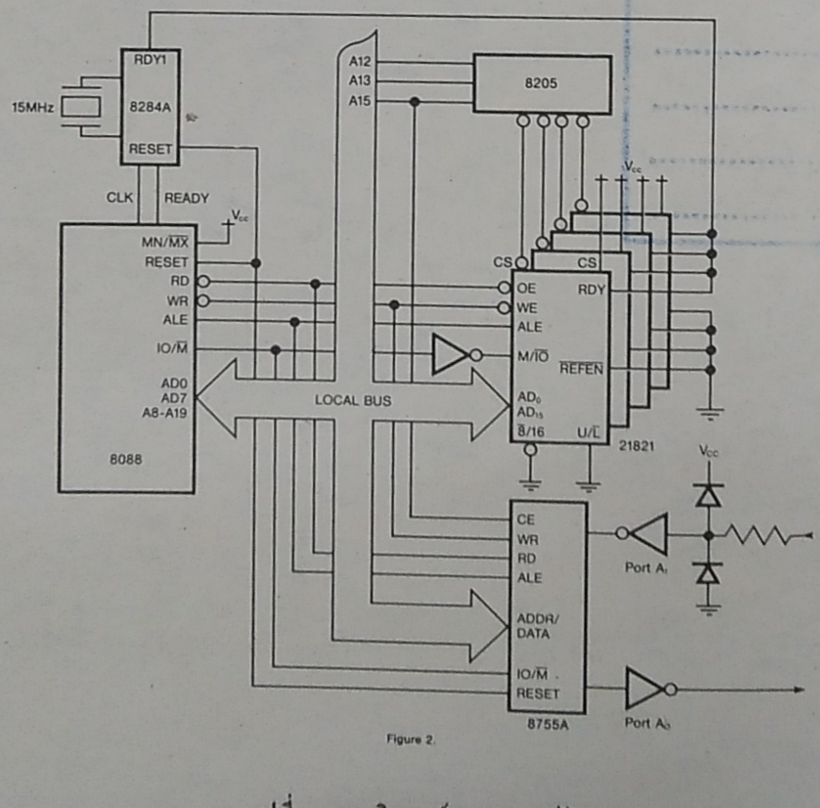
การเติบโตของเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์มิได้มีการเติบโตทางด้านตัวไมโครโปรเซสเซอร์แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังมีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ อีกมากมายที่เป็นผลทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นระบบเล็กลง เช่นอุปกรณ์หน่วยความจำก็เจริญขึ้นจนทำให้จำนวนบิทต่อชิพมีขนาดสูงมาก

ฉลองครบรอบ 10 ปีด้วยไมโคร 32 บิท

โรเบิร์ต นอยซ์ (Robert Noyce) ประธานบริษัทอินเทลได้กล่าวว่า "บริษัทของเราได้เกี่ยวข้องกับไมโครโปรเซสเซอร์มาสิบปี เราได้เปิดศักราชใหม่ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ iAPX 432 ไมโครในยุคสิบปีที่สองคงเป็นโลกที่น่าตื่นเต้นอีกมาก" โรเบิร์ต นอยซ์ได้กล่าวต่อว่า "ไมโครคอมพิวเตอร์ iAPX มี 32 บิท สิ้นค่าใช้จ่ายในการค้นคว้าถึง 20 ล้านเหรียญ และใช้แรงงานคนในการวิจัยมากกว่า 100 แรงคนต่อปี" ไมโครโปรเซส-เซอร์ยุคนี้จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่แทนมินิและคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ได้ อินเทลเชื่อว่าเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์ในสิบปีต่อมานี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กลงมากและมีขีดความสามารถสูงขึ้นอีกหลายเท่า

ความก้าวหน้าในอุปกรณ์สนับสนุน

ในการทำให้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้าและใช้งานได้กว้างขวางนั้น จำต้องอาศัยอุปกรณ์สนับสนุนอื่น ๆ ประกอบด้วย ในปัจจุบันมีอุปกรณ์สนับสนุนที่ทำให้ระบบมีขีดความสามารถสูงขึ้น เช่น มีไอซีควบคุมดิสเก็ตต์ ไอซีควบคุมซีอาร์ที (CRT-controller) ไอซีหน่วยความจำขนาดความจุสูงถึง 256k บิท ไอซีการคำนวณพิเศษ (math. processor) นอกจากนี้ยังได้สร้าง



รูปที่ 4 คอมพิวเตอร์ขนาดกระเป๋า

ไอซีไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดียวมีขีดความสามารถขึ้นเพื่อทำไอซีให้เป็นไอซีอเนกประสงค์ที่สามารถใช้งานได้คล่องตัวมากขึ้น

หน่วยความจำบับเบิ้ล-หน่วยความจำหลักในอนาคตอันใกล้

ความจริงแล้วระบบไมโครคอมพิวเตอร์จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์และใช้งานได้อย่างกว้างขวาง จะต้องเป็นระบบที่มีหน่วยความจำหลักจำนวนมากพอสมควร และมีหน่วยความจำสำรอง เช่น พวกดิสเก็ตต์หรือฮาร์ดดิสค์ที่มีขนาดใหญ่หรือความจุมากพอสมควร ในระบบปัจจุบันความจุของดิสเก็ตต์ก็ยังไม่มากนัก และการใช้งานก็ต้องต่อกับดิสเก็ตต์ที่ต้องมีอุปกรณ์ทางกลไกเกี่ยวข้องอยู่มากจึงมีขนาดใหญ่ หน่วยความจำบับเบิ้ลจะทำให้เกิดการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ขนาดของโมดูลหน่วยความจำจะเล็กลงและมีขนาดความจุสูงขึ้น จนในที่สุดคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่อาจจะอยู่ในกระเป๋าเดินทางก็ได้

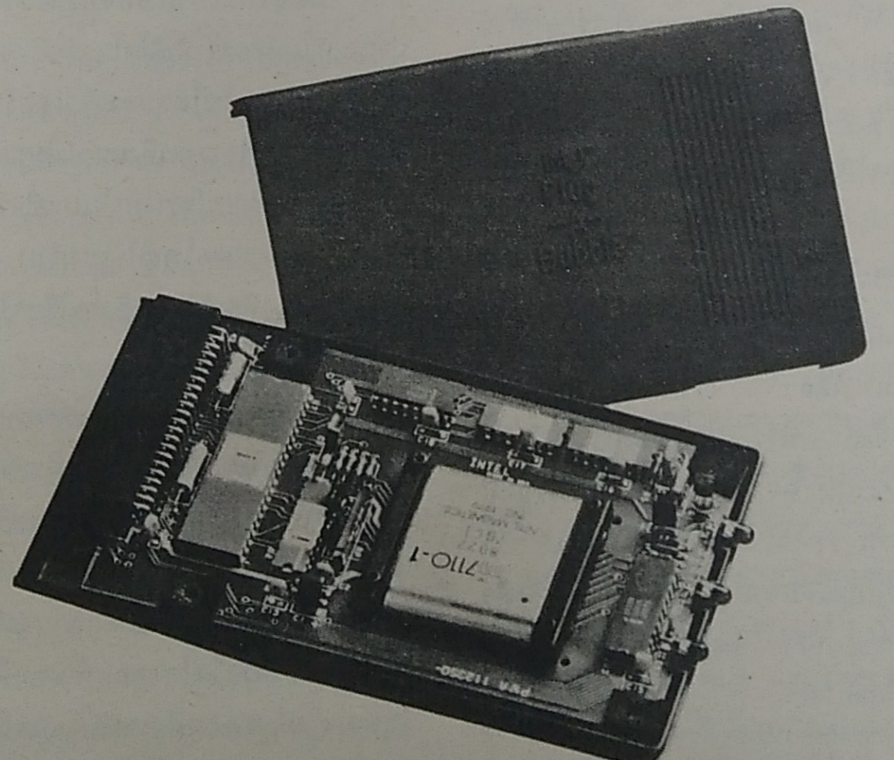
หนทางแข่งขันในยุค 16 บิท

การแข่งขันกันในเชิงการค้าเป็นวิถีการอยู่รอดของบริษัทธุรกิจ ไมโครโปรเซสเซอร์ก็เช่นเดียวกัน การแข่งขันกันเป็นไปอย่างเผ็ดร้อน เมื่อก้าวเข้าสู่ยุค 16 บิท มีไมโครโปรเซสเซอร์ชั้นนำที่พอจะเป็นคู่แข่งกันในเชิงความสามารถสูงอยู่ 4 เบอร์คือ 8086, LS11/23, MC68000 และ Z8002 การแข่งขันกันจะต้องแข่งทั้งทางด้านโครงสร้างฮาร์ดแวร์อุปกรณ์สนับสนุนและระบบซอฟต์แวร์สนับสนุน วารสารในต่างประเทศบางฉบับได้ทำตัวเป็นกรรมการตัดสินขีดความสามารถโดยตั้งกติกาขึ้นเช่น EDN ของสหรัฐอเมริกาได้รวบรวมผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลาง แล้วตั้งกติกาเอาไมโครโปรเซสเซอร์ในตระกูล 16 บิทดังกล่าวมาทำการแข่งกันด้วยโปรแกรมเบนช์มาร์ค

เนื่องจากแรงจูงใจในการใช้งานหรือเพื่อโน้มน้าวให้คนรู้จักกันมากขึ้น วารสารต่างประเทศจึงเข้ามามีบทบาทสูง การโฆษณาจึงอยู่ในลักษณะแข่งกันโฆษณาให้รู้จัก ดังดูได้จากวารสารต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับไมโคร-คอมพิวเตอร์จะมีโฆษณามากมายทีเดียว

ซอฟต์แวร์-อนาคตที่ต้องใช้เวลา

หากพิจารณาระบบไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะเห็นว่าขีดความสามารถทางซอฟต์แวร์ของระบบค่อย ๆ พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ แต่ก็ไม่รวดเร็วนัก ไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 5 แสดงหน่วยความจำบับเบิ้ลขนาดความจุ 128k ไบท์

จึงอยู่ในลักษณะการใช้งานที่ค่อนข้างจำกัด ระบบโปรแกรมการจัดการหรือ operating system ของไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ได้ออกแบบให้เป็นเพียงการใช้งานได้คนเดียว แต่อย่างไรก็ตามในยกการแข่งขัน 16 บิท ขีดความสามารถของซอฟต์แวร์จะสูงขึ้นอีกมาก ซึ่งจะใกล้เคียงกับระบบมินิคอมพิวเตอร์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในไม่ช้านี้ และในอนาคตของโลก 32 บิท ซอฟต์แวร์จะมีบทบาทสำคัญสูงมาก แต่ก็คงต้องใช้เวลาอีกมากพอสมควร

ความฝันของคอมพิวเตอร์ใน 10 ปีข้างหน้า

วารสารคอมพิวเตอร์แห่งสถาบันวิชาชีพวิศวกรรมไฟฟ้าแห่งสหรัฐอเมริกา ฉบับเดือนสิงหาคม 2525 ได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับโครงการสิบปีของการพัฒนาคอมพิวเตอร์แห่งชาติญี่ปุ่น โดยทำนายว่าความสามารถของนักวิชาการคอมพิวเตอร์จะสร้างยุคใหม่แห่งคอมพิวเตอร์ขึ้นได้ภายในปี พ.ศ.2533 โดยแผนพัฒนาแห่งชาติของญี่ปุ่นได้สร้างโครงการนี้ขึ้น โดยแบ่งแยกโครงการพัฒนาเพื่อสู้ศึกคอมพิวเตอร์กับอเมริกาให้ได้

การพัฒนาในกรณีนี้จะประกอบด้วยการพัฒนาแกนหลัก 5 แกนด้วยกันคือ การพัฒนาเทคโนโลยี VLSI การพัฒนาสถาปัตยกรรมโครงสร้าง การพัฒนาภาษาที่ใช้ การพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ และการพัฒนาการประยุกต์ใช้งานขั้นพื้นฐานโดยเชื่อว่าคอมพิวเตอร์ดังกล่าวสามารถรับรู้การป้อนคำสั่งด้วยภาษามนุษย์โดยตรงมีระบบการเก็บข้อมูลมหาศาลพอที่จะทำระบบฐานข้อมูลได้อย่างดี

อะไรบ้างที่น่าจะเป็นไปได้ใน 10 ปีนี้

เมื่อคุณพบเห็นกับเหตุการณ์บางสิ่งคุณมักจะพูดว่า "ทำไม..." และทำนองเดียวกันถ้าเราฝันเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เราอาจจะคิดตั้งคำถามว่า "ทำไมจึงเป็นไปไม่ได้ล่ะ" เทคโนโลยีทางไมโครคอมพิวเตอร์จึงเป็นเรื่องที่กล่าวขวัญกันอย่างมาก เพราะถ้าเราขีดเส้นทาบความเจริญทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ที่ผ่านมา 10 ปี แล้วทำนายโดยใช้ความชันของกราฟเดิมอีก 10 ปีต่อไป เราคิดว่าเทคโนโลยีจะเป็นอย่างไร

วารสารสเปคตรัมได้ตีพิมพ์บทความสัมภาษณ์บุคคลชั้นนำที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตของเทคโนโลยี และตั้งข้อสมมติฐานเกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีว่ามีแนวโน้มเพียงไร โดยหัวข้อที่ตั้งก็พยายามหาข้อสรุปว่ามีทางเป็นไปได้หรือไม่ ซึ่งมีรายละเอียดอยู่มากทั้งที่เป็นไปได้และเหตุผลที่เป็นไปไม่ได้ โดยหัวข้อที่ยกมาเป็นข้ออภิปรายได้แก่

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีวันหยุดการทำงานได้กล่าวคือ เมื่อมันเสียมันก็ทำงานได้โดยมีระบบที่ทำงานชดเชยกันในตัว

2. อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่เป็นที่ปรึกษาของมนุษย์หรือพูดง่าย ๆ ก็คือ กล่องอิเลคทรอนิคส์ที่คนจะเอาไปไหนมาไหนติดตัวได้ มีปัญหาอะไรก็ถามกล่องอิเลคทรอนิคส์นั้น มันจะตอบได้ทันที

3. หุ่นยนต์คอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถสูงจนกระทั่งมีการทำงานหรือความนึกคิดใกล้มนุษย์ได้มากที่สุด

4. คอมพิวเตอร์กลางในบ้าน หรือกล่าวได้ว่าในบ้านทุกหลังมีคอมพิวเตอร์ ฯลฯ....

ความฝันเหล่านี้มีทางเป็นไปได้ ซึ่งอาจจะไม่ใช่ระยะ 10 ปีนี้ แต่อาจจะยาวนานเกินกว่า 10 ปีก็ได้

อนาคตในเมืองไทย

เมืองไทยเป็นเมืองที่มีนักวิชาการที่จบจากต่างประเทศไม่น้อยกว่าชาติใดในภูมิภาคแถบเอเชียนี้ แต่ทำไมเทคโนโลยีทางไมโครคอมพิวเตอร์ของเราจึงล้าหลังอยู่มาก หากจะพิจารณาถึงแนวโน้มของเทคโนโลยี เราเองล้าหลังกว่าหลายประเทศในเอเชียนี้อีกมาก บริษัทขายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ในอเมริกา มองตลาดการขายในเมืองไทยเล็กนิดเดียวจนถึงขั้นเรียกได้ว่าไม่อยู่ในสายตา

แต่ถ้าย้อนดูเพียงช่วงระยะเวลาเพียงปีเดียวที่ผ่านมานี้ จำนวนบริษัทที่ขายไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้มีมากกว่า 40 บริษัท และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ปัจจุบันมีโรงเรียนที่เปิดสอนวิชาทางไมโครคอมพิวเตอร์แก่ผู้สนใจในไมโครคอมพิวเตอร์มากกว่า 10 แห่ง มีสถานศึกษาระดับสูงที่เปิดวิชาทางไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น มีการศึกษาวิจัยทางไมโครคอมพิวเตอร์ และมีผลงานออกมาอย่างต่อเนื่อง เราหวังว่าอนาคตของเมืองไทยคงจะสดใสขึ้นจนพอจะตามไล่หลังประเทศเพื่อนบ้านได้

ไมโครคอมพิวเตอร์ กับแม่บ้าน

ไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งซึ่งสามารถทำงานหลาย ๆ อย่างแทนคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉะนั้นยิ่งใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มากเท่าไร ก็ยิ่งจะมีแรงงานเหลือที่จะทำงานอย่างอื่นได้มากขึ้นเท่านั้น การศึกษาหาความรู้เรื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไว้เพื่อว่าอย่างน้อยจะได้เข้าใจ และทำการศึกษาได้อย่างรวดเร็วเมื่อถึงคราวจำเป็นจะต้องใช้มันจริง ๆ

"ขณะนี้เป็นเวลา 2 ทุ่ม ของวันที่ 10 กรกฎาคม 2532 ณ ที่บ้านของนายแพร์สัน ประเทศสหรัฐอเมริกา นางแพร์สันกำลังนั่งอยู่หน้าจอทีวีคัดเลือกรายการข่าวสารช่อง 8 เพื่อรับรายงานข่าวจากท้องถิ่น ซึ่งเป็นเวลาที่กำลังอยู่ในระหว่างการออกเสียงเลือกตั้งนายกสมาคมสตรีแห่งหนึ่ง นางแพร์สันกดแป้นข้อความส่งคะแนนการออกเสียงเลือกตั้งของตนหลังจากนั้นเธอก็กดเลือกรายการใหม่เพื่อรับทราบข่าวพยากรณ์อากาศของวันรุ่งขึ้น นายแพร์สันกำลังสนใจระบบข้อมูลกลางเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ นายแพร์สันได้เรียกข้อมูลมาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการควบคุมแหล่งรับพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาให้ได้ประสิทธิภาพดี มารีน่า ลูกสาวของนายแพร์สัน เพิ่งเสร็จสิ้นจากการค้นหาหนังสือ 2 เล่ม จากการใช้ระบบเรียกข้อมูลจากที่บ้านผ่านหน่วยคอมพิวเตอร์กลาง ลิซ่าลูกสาวคนเล็กกำลังเพลิดเพลินกับเกมคอมพิวเตอร์อย่างสนุกสนาน" เหตุการณ์เหล่านี้เป็นภาพวาดในอนาคต อีกไม่กี่ปีข้างหน้านี้ และมั่นใจว่าจะเป็นจริงขึ้นมา

ไมโครคอมพิวเตอร์คืออะไร

หากพิจารณากล่องสี่เหลี่ยมใบหนึ่งที่มีทัชบอร์ดและจอภาพทีวีประกอบอยู่ด้วย และเมื่อทาบกดข้อความบางอย่างลงไป มันก็จะตอบมาด้วยข้อความที่อ่านออกและแสดงความหมายบางอย่างที่เราเข้าใจ เราจะเหมาว่าสิ่งนั้นเป็นไมโครคอมพิวเตอร์เลยหรือ ตามเกณฑ์ของไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์คืออุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์เล็ก ๆ อันหนึ่งที่สามารถประมวลข้อมูลจากอินพุท และส่งผลลัพธ์ของข้อมูลนั้นออกทางเอาท์พุทได้ การประมวลผลนี้ต้องเป็นไปตามโปรแกรมหรือคำสั่งที่ผู้สั่งงานมันได้บอกหรือป้อนไว้ให้ก่อนแล้ว หากพิจารณาไมโครคอมพิวเตอร์เหมือนหุ่นยนต์เด็กเล่นตัวหนึ่ง การทำงานของมันจะทำตามคำสั่งโดยการป้อนข้อมูลคำสั่งเข้าที่อินพุทเช่น ให้เดินตรง 1 เมตร เลี้ยวขวา 30 องศา และมันจะประมวลผลด้วยการทำตามส่งผลออกทางเอาท์พุทคือการเคลื่อนที่ ในการเดินตรง 1 เมตรแล้วเลี้ยวขวา 30 องศา แต่อย่างไรก็ตาม การสั่งการ เช่นเดินตรงและเลี้ยวขวานี้มันต้องรับทราบก่อนกล่าวคือ ได้มีการสอนหรือเตรียมโปรแกรมให้มันรับทราบคำสั่งนี้ไว้ก่อนแล้วนั่นเอง

ทำไมแม่บ้านต้องรู้เรื่องเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์

คำถามนี้คงจะเป็นคำถามที่น่าจะได้รับตั้งแต่เริ่มอ่านหัวข้อของบทความนี้ จริงอยู่ที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่ล้าหลังทางเทคโนโลยี เมื่อเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่เราก็คงยอมรับว่าเทคโนโลยีเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์ ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทที่สำคัญมีอยู่มากแล้วรอบ ๆ ตัวเรา และในไม่ช้า ความฝันเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์ในบ้านก็คงจะเป็นจริง แม่บ้านบางท่านอาจจะนึกว่าไม่ใช่หน้าที่ที่จะต้องมาเรียนรู้ไมโครคอมพิวเตอร์ และคิดว่า ยังห่างไกลกับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์อีกมาก แต่ความเป็นจริงแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาหาแม่บ้านถึงในบ้านแล้ว โดยที่แม่บ้านเองก็ยังไม่ได้ตั้งตัวหรือรู้ตัวเสียด้วยซ้ำ ไมโครคอมพิวเตอร์ ได้เริ่มเข้ามาในรูปของเครื่องใช้ไม้สอยต่าง ๆ เช่น พัดลมที่ตั้งเวลาให้พัดโดยอัตโนมัติ เครื่องซักผ้าที่ซักและบิดให้เองโดยอัตโนมัติ ฯลฯ จนเลยเข้าไปถึงในครัว เช่นเตาอบที่จะดับไฟเอง เมื่อร้อนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ หม้อหุงข้าวที่ดับไฟเองเมื่อข้าวสุก ฯลฯ การที่แม่บ้านจะเรียนรู้เรื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไว้บ้าง ก็จะเป็นประโยชน์ในการรับรู้ว่า จะใช้มันให้คุ้มค่า และเกิดประโยชน์มากที่สุดได้อย่างไร จะมีวิธีการบำรุงรักษาขั้นพื้นฐาน ที่ทำให้มันมีอายุยืนนานที่สุด โดยไม่ต้องเสียเงินเสียทองซ่อมแซมได้อย่างไร สิ่งเหล่านี้จำเป็นต้องรู้หลักการพื้นฐานทางไมโครคอมพิวเตอร์อยู่บ้าง

ไมโครคอมพิวเตอร์อยู่ที่ใดในบ้านบ้าง

เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนารุดหน้าอย่างรวดเร็ว คอมพิวเตอร์เมื่อ 10 ปีที่แล้วมีขนาดใหญ่โตมโหฬารคับห้อง มีราคาเรือนแสนเรือนล้าน ได้ลดขนาดลงมาเหลือเพียงเล็กจนขนาดบรรจุเข้าในกลักไม้ขีดไฟได้ และมีราคาเพียงไม่กี่ร้อยบาท ด้วยเหตุนี้เองไมโครคอมพิวเตอร์จึงแทรกเข้ามาในทุกวงการทุกรูปแบบและมีผลโดยตรงต่อชีวิตประจำวันตั้งแต่ลืมตาขึ้นจนถึงเข้านอนอีกครั้ง ลองนึกดูว่าเราตื่นขึ้นด้วยนาฬิกาปลุกเสียงหวานที่สร้างด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ฟังเพลงจากเครื่องเสียงหรือวิทยุที่เป็นระบบดิจิตอล ทำกับข้าวด้วยหม้อหุงข้าวอัตโนมัติ มาทำงานด้วยรถส่วนตัวที่ควบคุมการใช้น้ำมันอย่างประหยัด ก้าวเข้าลิฟท์ที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม ติดต่อโทรศัพท์ด้วยโทรศัพท์ระบบกดปุ่มหรือถ้าไม่อยู่ก็จะบันทึกข้อความไว้ให้ พิมพ์ดีดด้วยเครื่องพิมพ์เวิร์ดโปรเซสซิ่ง ฯลฯ ทุกสิ่งทุกอย่างที่เรานึก ล้วนแต่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ที่สร้างความสะดวกสบายให้เรานั่นเอง

ความสะดวกสบายอยู่ที่ปลายนิ้ว

เครื่องทุ่นแรงสมัยใหม่ที่เกิดขึ้นทุกวันนี้ มักมีการออกแบบใช้งานง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้ เช่น เครื่องซักผ้าเริ่มทำงานได้ด้วยเพียงนำเสื้อผ้าใส่เข้าไป พร้อมผงซักฟอกแล้วใช้ปลายนิ้วกดเริ่มต้น เครื่องก็จะเริ่มเดินและทำตามโปรแกรมที่ผู้ออกแบบเครื่องจัดไว้จนเสร็จสิ้น ความสะดวกสบายเหล่านี้มีโอกาสเป็นไปได้อย่างมาก บริษัทมัตสุชิตะแห่งประเทศญี่ปุ่น ได้ทดลองสร้างโมเดลของบ้านในอนาคต ที่ประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมกลไกการทำงานต่าง ๆ เป็นไปในรูประบบอัตโนมัติทั้งสิ้น

ไมโครคอมพิวเตอร์ในบ้าน

1. ระบบเตือนภัยในบ้าน

- เตือนไฟไหม้
- เตือนโจรกรรม
- เตือนก๊าซรั่ว
- เปิดปิดการระบายอากาศ
- ตรวจสอบผู้มาเยือนที่หน้าประตูบ้านด้วยกล้อง ที.วี.
- ระบบแจ้งโทรศัพท์อัตโนมัติ
- ระบบบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการเตือนภัย

ฯลฯ

2. ระบบควบคุมเครื่องใช้ในบ้าน

- หมุนโทรศัพท์อัตโนมัติ
- รับส่งข้อมูลด้วยภาพ
- ควบคุมอุณหภูมิและการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
- ควบคุมการปิดเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง
- ควบคุมอุปกรณ์เครื่องทุ่นแรงบางชนิดในครัว

ฯลฯ

3. ระบบการควบคุมการประหยัดพลังงาน

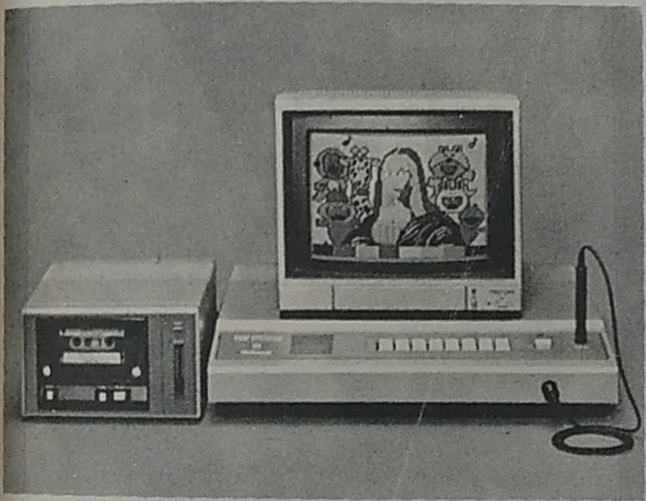
- ควบคุมการใช้ก๊าซ
- ควบคุมการใช้น้ำประปา
- ควบคุมการใช้เครื่องปรับอากาศ
- ควบคุมการใช้ไฟฟ้า

ฯลฯ

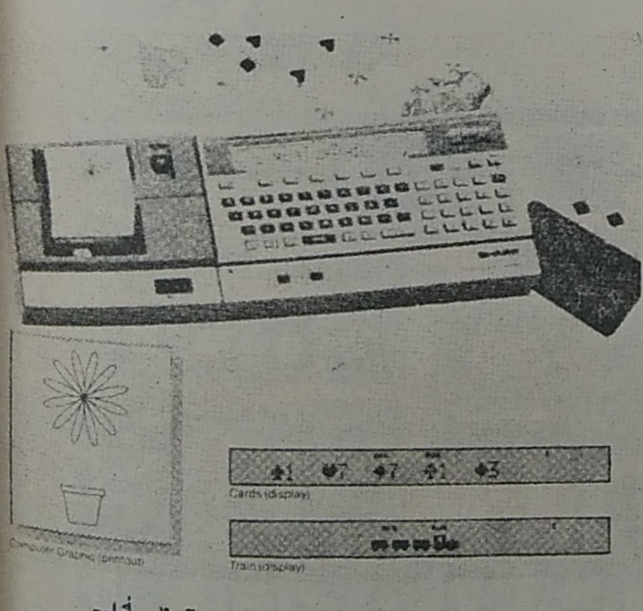
4. ระบบจัดการในบ้าน
- จดบันทึกข้อมูลประจำวัน
- จดหมายเลขโทรศัพท์
- ทำบัญชีรับ-จ่ายประจำวัน
- คิดคำนวณรายการอาหาร

5. ระบบการพักผ่อนหย่อนใจ
- เกมคอมพิวเตอร์
- ใช้สอนความรอบรู้อื่น ๆ
- ใช้เป็นเพื่อนคู่คิดยามมีปัญหา

6. อื่น ๆ
- ใช้เป็นฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลการรักษาพยาบาลเบื้องต้น ข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจซ่อมวัสดุเครื่องใช้ในบ้าน
- ใช้เป็นฐานการรับส่งข้อมูล (คล้ายเทเล็กซ์)



รูปที่ 1 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ต่อร่วมกับโทรทัศน์และเทปคาสเซตต์ใช้ในการศึกษานันทนาการ



รูปที่ 2 ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัวขนาดเล็ก

ความฝันที่เริ่มเป็นจริง

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่มียอดการขายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันในประเทศไทยมีบริษัทที่ทำธุรกิจการขายไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานทั่วไปถึง 51 บริษัท บางบริษัทมียอดการขายได้สูงมาก ส่วนใหญ่ของการขาย ผู้ขายกำลังมองไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องใช้ประจำบ้านเหมือนวิทยุทีวีเครื่องหนึ่ง จากข้อมูลของการสำรวจของวารสารคอมพิวเตอร์ และอิเลคทรอนิคส์ ฉบับเดือน พฤศจิกายน 2525 ได้ลงสถิติสำรวจของคนอเมริกันที่ตอบแบบสอบถามวารสารนี้ว่า ในรอบ 12 เดือนต่อไป จะมีผู้ซื้อไมโครคอมพิวเตอร์มากเป็นอันดับแรกถึง 20% และตามมาด้วยวิดีโอเทป 17% ที่เหลือเป็นตัวเลขเกี่ยวกับเครื่องเสียงที่รอง ๆ ลงมา

ในประเทศไทยแม่บ้านส่วนใหญ่จะซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ไว้ใช้ในบ้านนั้น จะเริ่มจากความต้องการเพื่อให้สมาชิกของครอบครัวเล่นเกมมาเป็นอันดับหนึ่ง เพราะยังไม่ได้เรียนรู้ถึงประสิทธิภาพของเครื่องอย่างดี จึงใช้เครื่องไม่คุ้มค่านัก นอกจากนี้ต้องการใช้เป็นเครื่องฝึกหัดเรียนรู้ถึงการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอันดับสอง ซึ่งเป็นแนวทางที่จะใช้เครื่องให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นในอนาคต นอกจากนั้นอาจใช้ในงานเฉพาะบางอย่างเช่นพ่อบ้านต้องการมาใช้คำนวณเป็นต้น ประมาณกันว่ามีไมโครคอมพิวเตอร์กว่าหมื่นเครื่องที่ประกอบเป็นระบบสมบูรณ์ได้รับการนำเข้าในประเทศไทย นอกจากนี้ไมโครคอมพิวเตอร์ได้แฝงมาในรูปแบบอื่น เช่น เครื่องควบคุมเตาอบ เครื่องซักผ้า วิดีโอเทป ฯลฯ ไมโครคอมพิวเตอร์จึงเข้ามาในรูปแบบที่อาจเป็นเครื่องใช้สำเร็จ หรือมาเป็นเครื่องที่เห็นกันอยู่ทั่วไปที่ประกอบด้วยคีย์บอร์ดและจอทีวี ฯลฯ

สิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตอันใกล้

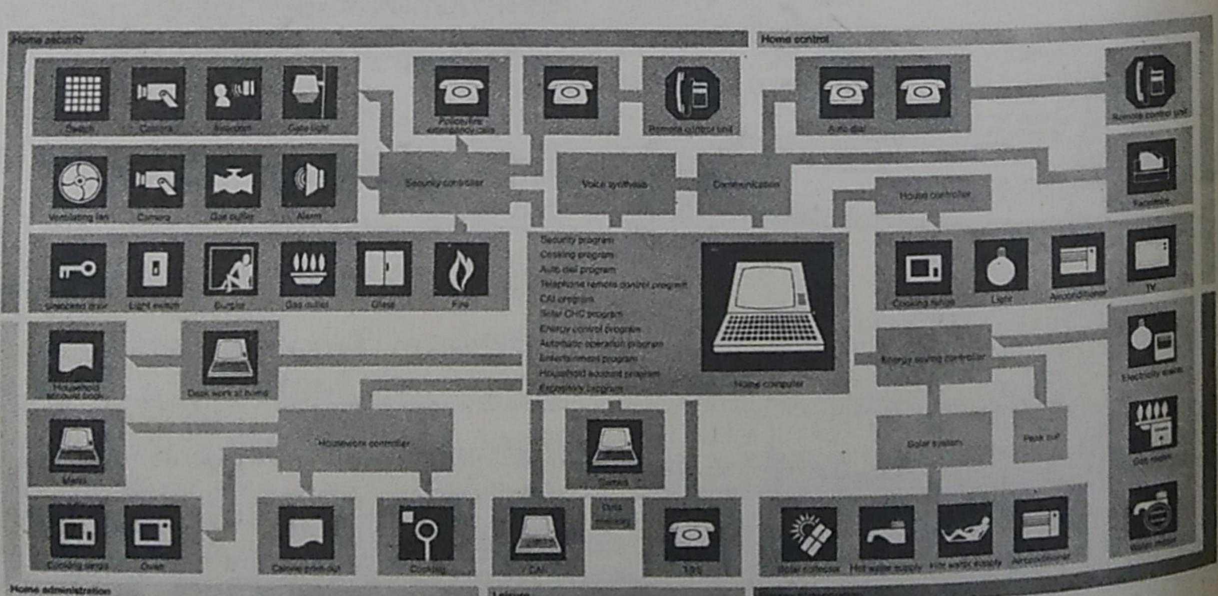
จากภาพถ่ายตามหน้าหนังสือพิมพ์ที่เราพบเห็นกันในเรื่องของหุ่นยนต์ใช้งานในบ้าน ปัจจุบันหุ่นยนต์ในสหรัฐอเมริกา มีความสามารถทำงานพื้นฐานได้ เช่น เปิดปิดประตูบ้าน ให้รับโทรศัพท์ กวาดถูบ้าน ได้มีผู้เริ่มนำออกสู่ท้องตลาดกันบ้างแล้ว หุ่นยนต์อาจแทนเด็กรับใช้ หรืออาจเป็นผู้ช่วยงานแม่บ้านได้ ในสังคมที่หาผู้ช่วยที่เป็นคนยากเย็นอย่างในปัจจุบันนี้ นอกจากนี้หุ่น

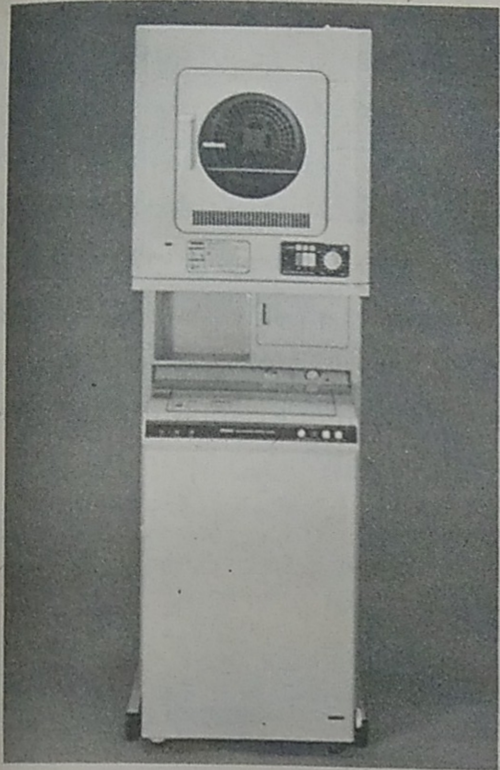


รูปที่ 3 ระบบโทรศัพท์ที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม



รูปที่ 4 ระบบควบคุมและรักษาความปลอดภัยในบ้าน





รูปที่ 5 เครื่องซักผ้า อบผ้า ที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 6 หม้อหุงข้าว ซึ่งควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ยนต์ยังจะเป็นเด็กรับใช้ที่ซื่อสัตย์ไม่อู้งาน และไม่ต้องคอยกังวลเรื่องต้องเอาใจ และไว้วางใจได้ เพราะหุ่นยนต์จะทำงานตามโปรแกรมที่วางไว้ไม่มีผิดพลาด

นอกจากนี้ก็มีผู้คาดความหวังไว้ว่า ในบ้านน่าจะมีศูนย์คอมพิวเตอร์ประจำ ศูนย์นี้จะต้องเชื่อมกับคอมพิวเตอร์กลางเหมือนกับการต่อเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายในปัจจุบัน ไมโครคอมพิวเตอร์ในบ้านจะช่วยงานทางข้อมูลทุกอย่าง เช่น เป็นหมอประจำบ้าน เป็นเพื่อนคู่คิด เป็นเครื่องที่จะส่งผ่านข้อมูลเมื่อต้องการข้อมูลจากหน่วยคอมพิวเตอร์ใหญ่ หรือต้องการติดต่อพูดคุยกับคอมพิวเตอร์ตัวอื่น ๆ

ไมโครคอมพิวเตอร์กับการใช้งานทางการศึกษา

ขีดความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบันสามารถทำงานได้คล่องตัว ผู้ใช้ใช้งานได้ง่าย การแสดงผลเป็นรูปภาพเหมือนเช่นทีวีเกมทำได้ไม่ยากเย็นนัก การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยงานสอนเด็กเล็ก จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจกับเด็กเป็นอย่างมาก ในโรงเรียนอนุบาลบางแห่งมีการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เขียนภาพสีสรรสวยงามให้เด็กดู และเมื่อเด็กสัมผัสก็จะมีการโต้ตอบด้วยการดึงความสนใจด้วยเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ในเด็กโต การสอนด้วยไมโครคอมพิวเตอร์อาจสร้างบทเรียนพิเศษไว้ในคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว และเมื่อต้องการเรียนรู้ก็อาศัยไมโครคอมพิวเตอร์เป็นครูคอยช่วยสอน ทำให้ทุ่นแรงและได้ผลเป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีผู้นำเอาไมโครคอมพิวเตอร์ใช้งานร่วมกับเทปคาสเซตต์ เก็บข้อมูลทั้งภาพและเสียง เพื่อใช้ในการสอนในวิชาภาษาศาสตร์

การให้เด็กเล็ก ๆ เริ่มรู้จักหลักการทางคอมพิวเตอร์จะเป็นการปลูกฝังนิสัยการเป็นระเบียบ มีการทำงานเป็นขั้นตอน รู้วิชาการวิเคราะห์ปัญหา หรือแยกแยะปัญหา การที่เด็กมีนิสัยดังกล่าว อนาคตก็เป็นที่เชื่อได้ว่าเราจะมีผู้ใหญ่ที่เข้าใจการทำงานแบบมีระบบเพิ่มขึ้น

การศึกษาไมโครคอมพิวเตอร์จำเป็น หรือไม่

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยยังไม่เต็มประสิทธิภาพหรือคุ้มค่าเป็นปัญหาใหญ่ เพราะเนื่องมาจากระดับความเข้าใจพื้นฐานทางไมโครคอมพิวเตอร์ของเรายังน้อยอยู่ พ่อแม่บางท่านอยากให้ลูกได้คุ้นเคยและรู้จักกับไมโครคอมพิวเตอร์ถึงกับลงทุนซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยเงินพันเงินหมื่น ผลที่สุดทั้งพ่อแม่และลูกก็ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์นั้นไม่เป็นก็เลยเป็นเพียงเครื่องประดับที่แสนจะเกะกะสิ้นเปลือง ฉะนั้นการศึกษาในเรื่องนี้จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาขึ้นให้แพร่หลาย เพื่อเพิ่มพูนประสิทธิภาพของการใช้เครื่องนั่นเอง

บทเรียนที่ควรศึกษา

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นของใหม่ที่ได้รับความตื่นตัวอย่างมากทุกวงการ การศึกษาหาความรู้ทางด้านไมโคร เพื่อว่าอย่างน้อยเมื่อพบเห็นจะได้เข้าใจ หรือเรียนรู้ต่อได้อย่างรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งที่จำเป็น การตัดสินใจซื้อจึงเป็นเรื่องที่จะต้องคิดให้ดีเสียก่อน ควรถามตัวเองว่าจะ

ซื้อมาเพื่อประโยชน์อะไร และมีผลคุ้มค่าเพียงไร และอย่าเชื่อคำโฆษณาของนักขายไมโครคอมพิวเตอร์ที่โฆษณาจนเห็นว่าไมโครคอมพิวเตอร์ คือกล่องวิเศษ อุปกรณ์ควบคุมใดที่ใช้ส่วนประกอบของไมโครคอมพิวเตอร์ประกอบมักจะทำงานได้แบบอัตโนมัติ ตามโปรแกรมที่ผู้ผลิตหรือผู้ใช้ตั้งเอาไว้ ควรเรียนรู้และศึกษาวิธีการโปรแกรมให้ละเอียดจะได้ใช้มันอย่างคุ้มค่า

การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในบ้านสำหรับประเทศไทยยังมีที่ใช้น้อย ทั้งนี้เพราะฐานะทางเศรษฐกิจประจวบกับเทคโนโลยีของประชาชนยังไม่สูง ไมโครคอมพิวเตอร์แบบใช้วางตั้งโต๊ะทั่วไปก็ยังมีราคาที่ค่อนข้างแพงโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 30,000 ถึง 100,000 บาท การนำเข้ามาส่วนใหญ่ยังเกิดปัญหาวิธีการใช้งานให้ได้คุ้มค่ายังขาดการเผยแพร่ในอนาคตไมโครคอมพิวเตอร์จะมีราคาถูกลง และขีดความสามารถจะพลอยยิ่งสูงขึ้น การใช้งานก็จะง่ายขึ้นจนคนไม่มีความรู้ใด ๆ เลยก็จะใช้เครื่องได้ ดังนั้นความเคยชินกับไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเหมือนกับการเคยชินกับเครื่องคิดเลขหรืออุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันในปัจจุบัน

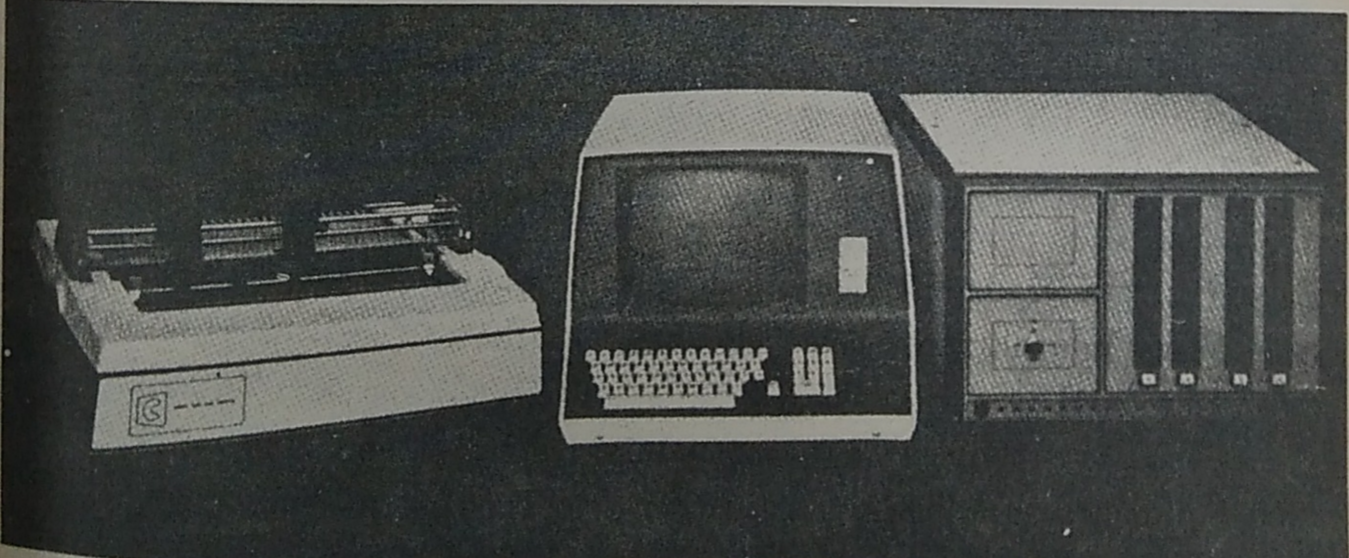
มินิ - ไมโครคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์คืออะไร

ตามพจนานุกรมอิเลคทรอนิคส์ของ นายรูดอล์ฟ เอฟ. แกรฟ ให้คำนิยามคอมพิวเตอร์ไว้ว่า "เป็นอุปกรณ์ใด ๆ ก็ได้ที่สามารถรับข้อมูลเข้าไปประมวลผล แล้วให้ผลลัพธ์อยู่ในรูปแบบที่เราต้องการ ชิ้นส่วนหลักที่ประกอบกันขึ้นเป็นคอมพิวเตอร์ จะประกอบด้วยหน่วยความจำ หน่วยควบคุม หน่วยคำนวณผล และหน่วยอินพุท/เอาท์พุท"

ยุคของคอมพิวเตอร์

ในยุคต้น ๆ คอมพิวเตอร์ยังมีราคาแพงมาก และขอบเขตการทำงานก็ยังจำกัดอยู่มาก เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เข้ามาเป็นเครื่องแรกในประเทศไทยคือ เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 1620 ติดตั้งที่แผนกวิชาสถิติ คณะพาณิชย์ศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ.2500 หลังจากนั้นอีกไม่นาน หน่วยราชการหลายแห่งก็ได้เริ่มสั่งคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งาน

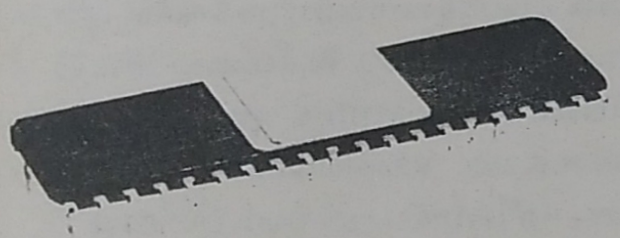


รูปที่ 1 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์สามารถทำงานได้เหมือนกับเครื่องมินิคอมพิวเตอร์

ทำไมจึงเรียกได้ว่าปัจจุบันเป็นยุคของคอมพิวเตอร์ ?

แรกเริ่มเดิมทีการสร้างคอมพิวเตอร์อาศัยอุปกรณ์จำพวกทรานซิสเตอร์ และเมื่อวัสดุสารกึ่งตัวนำเจริญขึ้นจนเรามีชิ้นส่วนอิเลคทรอนิคส์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่เรียกว่าไอซี คอมพิวเตอร์ก็เริ่มจะก้าวพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ความสามารถของคอมพิวเตอร์สูงขึ้น ขนาดเล็กลง และต่อมาก็เกิดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่เรียกว่ามินิคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามความสามารถของมินิคอมพิวเตอร์ก็มิได้น้อยลงเหมือนชื่อของมัน มินิคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลง ความต้องการในการใช้งานก็สูงขึ้น บริษัทยักษ์ใหญ่ทางคอมพิวเตอร์ก็หันมาผลิตมินิคอมพิวเตอร์กันมากขึ้นจนแพร่หลายไปทั่วโลก

วิวัฒนาการทางด้านสารกึ่งตัวนำยังไม่สิ้นสุดจนกระทั่งในปี พ.ศ. 2513 อุปกรณ์ด้าน *ไมโครโปรเซสเซอร์* (เป็นชื่อย่อของเทคนิคที่ย่อส่วนอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์นับเป็นพัน ๆ ชิ้นลงมาอยู่บนชิปไอซีตัวเดียวกัน) เจริญจนสามารถสร้างชิ้นส่วนซีพียู-CPU (หน่วยคำนวณผล) บนชิ้นสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่าไอซีได้สำเร็จ และให้ชื่อว่า *ไมโครโปรเซสเซอร์* ยุคของไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้เริ่มขึ้น และได้พัฒนาระบบอย่างรวดเร็วทั้งในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ จนมีผู้กล่าวล้อในแง่ความเป็นไปได้ในอนาคตว่า "ในไม่ช้านี้บ้านทุกหลังจะต้องมีคอมพิวเตอร์ไว้ใช้" วารสารรายเดือนฉบับหนึ่งของอเมริกา ชื่อ ไบท์ (Byte) ถึงกับตีพิมพ์ภาพหน้าปกในลักษณะเชิงล้อเลียนว่า ชาวอเมริกันควรมีคอมพิวเตอร์สองเครื่องในแต่ละบ้าน



รูปที่ 2 ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือซีพียูของไมโครคอมพิวเตอร์

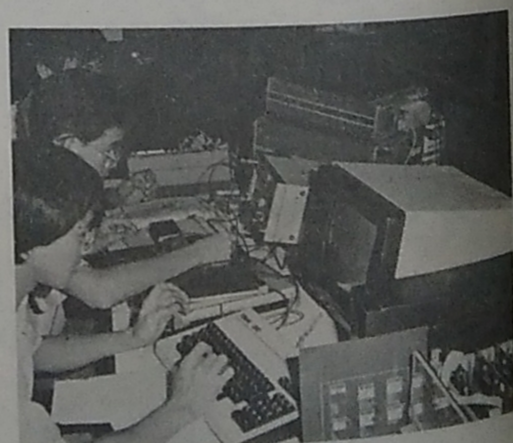
ความตื่นตัวทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์

หลังจากที่ไมโครโปรเซสเซอร์ออกสู่ตลาด วงการนักวิชาการก็ได้ตื่นตัวรับเทคโนโลยีเหล่านี้ลำพังในอเมริกา วารสารทางอิเลคทรอนิคส์ที่มีชื่อเกือบทุกเล่ม ได้ตีพิมพ์บทความทางไมโครโปรเซสเซอร์ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนกว่าครึ่งของเนื้อหาทั้งเล่ม ในขณะเดียวกันก็เกิดมีวารสารทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์เกิดขึ้นอีกหลายเล่ม เช่น ไบท์ (Byte) กิโลบอด (Kilobaud) อินเตอร์เฟส (Interface) รอม (ROM) ไมโครคอมพิวเตอร์ แอนด์ อินเตอร์เฟส (Microcomputer & Interface) ครีเอทีฟ คอมพิวติ้ง (Creative Computing) คอมพิวเตอร์ (Computer) มินิ-ไมโครซิสเทม ฯลฯ ออกมากันมากมาย เนื้อหาส่วนใหญ่เน้นในลักษณะการใช้งานทั้งด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ มีตัวอย่างการใช้งานทั้งทางด้านการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในงานระบบควบคุม งานทางด้านประมวลผล เกม และงานด้านธุรกิจ ฯลฯ

ในขณะเดียวกันในประเทศไทยของเราก็ได้เริ่มกระเตื้องการตื่นตัวขึ้นดังจะเห็นได้จาก หลักสูตรการสอนในมหาวิทยาลัยหลายแห่งได้มีการสอนวิชาทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอมพิวเตอร์ในหน่วยราชการบางแห่งก็มีความพยายามที่จะนำเทคโนโลยีด้านนี้เข้ามาประยุกต์ใช้งานกันบ้าง แต่อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีด้านนี้ในเมืองไทยก็ยังจำกัดอยู่ในวงที่แคบมาก

มินิ v.s. ไมโคร

บางคนพูดเปรียบเทียบความแตกต่างของมินิคอมพิวเตอร์และไมโครคอมพิวเตอร์ว่า "คอมพิวเตอร์อะไรก็ตาม



รูปที่ 3 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีใช้ที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์หรือไม่ก็ตาม ไม่ว่าจะเป็นแผ่นวงจรเฉย ๆ หรือมีกล่องเรียบร้อยถ้ามีขนาดของเวิร์ด (word) ถึง 16 บิทละก็ถือว่าเป็นมินิ" มินิคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำตั้งแต่ 4K ถึง 128K เวิร์ดและเวลาในการทำคำสั่งเบื้องต้นราว ๆ 1-2μs ราคาราว ๆ 30,000-150,000 เหรียญสหรัฐ" "คอมพิวเตอร์ราคาสูงกว่า 20,000 เหรียญ และสามารถใช้งานได้ มันคือมินิ" คำพูดนี้จริงหรือไม่ ไมโครทำไม่ได้หรือ ? หรือจะถามว่า

มินิมาเป็นกล่องสำเร็จ แต่ไมโครไม่ ?

มินิเปิดเครื่องทำงานได้เลย แต่ไมโครไม่ได้ ?

มินิแพงกว่าไมโคร ?

มินิใหญ่กว่าไมโคร ?

มินิเร็วกว่าไมโคร ?

มินิมีขนาดคำได้ยาวกว่าไมโคร ?

มินิมีโปรแกรมสนับสนุนมากกว่าไมโคร.....ฯลฯ ?

เราจะตอบอย่างไรดี ลองมาพิจารณาดูเหตุผลต่อไปนี้

ถ้าเราสนใจประเภทเปิดเครื่องแล้ว ใช้งานได้เลยในปัจจุบัน ไม่ใช่เฉพาะมินิเท่านั้นที่ทำได้ แต่ครึ่งหนึ่งของไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นแบบนี้แล้วเหมือนกัน สมมติจะบอกความแตกต่างกันด้วยราคาละก็ มาดูเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นไมโครไมนด์ II ของบริษัท ECD ราคาถูกกว่า คือราคาประมาณ 2,500 เหรียญ แต่ทำงานได้เท่ากับมินิคอมพิวเตอร์ ที่ราคาแพงกว่ามาก ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ซีพียูเบอร์ 68000 มีโครงสร้างที่ดีกว่ามินิคอมพิวเตอร์ที่ผลิตโดยหลายบริษัท

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น LSI-11 ของบริษัท DEC ไมโครคอมพิวเตอร์ของบริษัทมีโครงสร้างเหมือนกับซีพียู PDP 11 ซึ่งเป็นมินิคอมพิวเตอร์ บริษัท DEC ใช้ชื่อไมโครคอมพิวเตอร์เป็น PRO 350 ซึ่งสามารถรับซอฟต์แวร์ของ PDP 11 ได้

ทางด้านรูปร่าง ถ้านับเฉพาะตัวไมโครโปรเซสเซอร์แล้วอาจถือว่าเป็น CPU เล็กที่สุด แต่จากรูปร่างภายนอกรวม ๆ ของไมโครคอมพิวเตอร์ บางทีเราบอกไม่ได้ว่ามินิหรือไมโครใครใหญ่กว่ากัน นายเอด แซนเดอร์ จากบริษัท ดาต้าเยนอรัล กล่าวว่า "ถ้าขนาดรูปร่างภายนอกพอ ๆ กันแล้ว จะเรียกอะไรว่ามินิหรือไมโครขึ้นอยู่กับการตัดสินใจทางด้านตลาดเท่านั้น"

ถ้ารูปร่าง ราคา แยกได้ไม่ชัดเจนแล้ว เรื่องความเร็วพอจะแยกได้หรือไม่ ลองมาดูความเห็นของผู้อยู่ในวงการต่อไป

"ขณะที่ไมโครคอมพิวเตอร์ใช้อุปกรณ์ที่เป็น LSI (Large Scale Integrated Circuit) มินิคอมพิวเตอร์ใช้อุปกรณ์ที่เป็น MSI (Medium Scale Intergrated Circuit) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ทำงานได้ความเร็วสูงกว่า LSI อยู่ในตัวแล้ว" นายเนค ช่างบริษัทแวงลาบอราตอรีส์ กล่าวเสริม ดังนั้นมินิคอมพิวเตอร์จึงเร็วกว่าไมโครคอมพิวเตอร์ นี่ยังไม่รวมถึงคำสั่งบางคำสั่งของมินิที่ทำด้วยไมโครอินสตรัคชั่น (micro instruction) ซึ่งทำได้เร็ว และถ้าทำด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ต้องใช้โปรแกรมเป็นโปรแกรมย่อยเป็นชุด ๆ เลยทีเดียว



รูปที่ 4 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางธุรกิจ

ทางด้านไมโครก็ไม่ได้ย่อท้อ หาทางเพิ่มความเร็วของตัวเอง โดยพัฒนาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ทำงานได้เร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น LSI เบอร์ 9511 ของบริษัทไมโครดีไวซ์เทคนิคใหม่ทางชอททกี้ไบโพล่าร์ประกอบเป็นหน่วยคำนวณและเมื่อใช้งานรวมกับหน่วยควบคุม แล้วจะทำหน้าที่เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ได้อัตราความเร็วของการทำงานรวม ๆ จะเพิ่มขึ้นถึง 10 เท่าจากทั่ว ๆ ไป

ขนาดของคำบอกอะไรได้บ้าง ที่กล่าวว่า "เราจะเหมาเรียกคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิท ว่ามินิ และต่ำกว่านั้นว่าไมโครจะดีไหม" ถ้าทำให้ผู้ฟังเชื่อแบบนั้นง่าย ๆ ได้ละก็เรื่องอื่น ๆ คงจะง่ายไปเสียหมดแน่ เพราะคอมพิวเตอร์ 16 บิท บางตัวก็เป็นแบบ 4 บิท-สไลซ์ (4 บิทย่อยขนาดทบกัน) เช่น AMD'S 2901 เป็นต้น บริษัทเท็กซัสอินสตรูเมนต์ ได้ประมาณว่าจะทำไมโครขนาด 32 บิทบนแผ่นเดียว ถ้าแบบนี้ไมโครก็มีขนาดของคำใหญ่กว่า 16 บิทแล้ว บริษัทอินเทลก็ประกาศว่าเครื่อง SBC 80/20 ซึ่งเป็นไมโคร เมื่อใช้ LSI ชิพพิเศษทำหน้าที่ควบคุมบัส (Bus controller) รวมไปไว้ในแต่ละแผ่นวงจร แล้วนำมาทำงานขนานกันให้ขนาดใหญ่ถึง 16 บิทได้ แถมวิศวกรของบริษัทอินเทลยังคุยต่อว่า "มันสามารถใช้มินิเป็นเครื่องพ่วงได้ด้วย" บริษัทไซล็อกได้พัฒนา Z-8000 ที่สามารถใช้ร่วมกับหน่วยความจำโดยตรงได้ถึง 8 ล้านเวิร์ดและเป็นขนาด 16 บิท แต่ก็ยังคงเป็นไมโคร

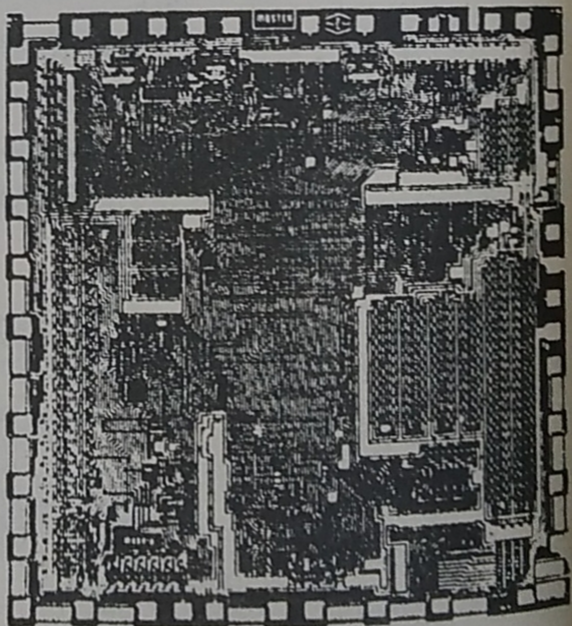
มินิเองขณะนี้ สามารถใช้งานด้วยภาษาชั้นสูงต่าง ๆ ได้ หลายภาษาแม้ไมโครคอมพิวเตอร์ยังไม่กว้างขวางขนาดนั้นก็ตาม แต่มีแนวโน้มที่จะมีโปรแกรมสนับสนุนสูงเช่นกัน เช่น บริษัทฟอร์ธ กำลังพัฒนาภาษาใหม่ที่จะใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างเหมาะสม คือภาษา FORTH, PASCAL, ADA

เมื่อไรจึงควรใช้คอมพิวเตอร์

ในงานทางด้านดาต้าโปรเซสซิ่ง (เช่นระบบงานทำบัญชี การเงิน คุมสต็อกสินค้า จัดระเบียบเอกสาร ฯลฯ) เหล่านี้ล้วนแต่เป็นปัญหาใหญ่ในการทำงาน เพราะถ้าขนาดของบริษัทใหญ่ขึ้นความยุ่งยากของระบบก็ยุ่งยากมากยิ่งขึ้น จากการสำรวจในระยะ 10 ปีที่เพิ่งผ่านมานี้พบว่าในงานอุตสาหกรรมทั่วไปมากกว่า 90% ต้องใช้ต้นทุนในการดำเนินการเพิ่มถึงสองเท่า เพื่อเพิ่มผลผลิตขึ้นอีก 4% แต่เมื่อเทคโนโลยีเจริญขึ้น โรงงานต่าง ๆ ที่มักจะใช้คนงานจำนวนมากก็ประสบปัญหาในการเปลี่ยนการจัดการอยู่ในรูปอัตโนมัติมากขึ้น ทั้งนี้เพราะค่าแรงของคนงานจะเพิ่มขึ้นประมาณ 6-8% ต่อปี แต่ขณะเดียวกับต้นทุนของเทคโนโลยีด้านอัตโนมัติกลับลดลง 10-20% ต่อปี และถ้าพิจารณาถึงกิจการการผลิตทั่วไปเราได้ตัวเลขในจำนวน ผู้ทำงาน 100 คนในกิจการ จะมีประมาณ 22 คนที่เป็นฝ่ายทำงานในส่วนการจัดการที่ไม่เกี่ยวกับการผลิตโดยตรง เช่น งานธุรการ งานบัญชี ฯลฯ ดังนั้นในการเพิ่มผลผลิต งานด้านนี้ก็พลอยเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งนั่นก็หมายถึงว่าระบบงานจะยุ่งยากและซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

ในสำนักงานส่วนใหญ่ขณะนี้ เวลาที่สูญเสียไปไม่น้อยกว่า 30-50% ในการพิมพ์เอกสารซ้ำซ้อนจัดระบบเอกสาร ค้นหา เอกสาร ตรวจสอบ

การที่จะมีคอมพิวเตอร์มาช่วยในงานจำเป็นจะต้องมีการสำรวจว่า คอมพิวเตอร์ที่จะนำมานั้นควรจะช่วยทำงานใดบ้าง ทำให้ทุ่นเวลาและเป็นผลดีอย่างไร ลดจำนวนคนทำงานไปได้เท่าไร โดยคิดออกมาเปรียบเทียบกับเงินที่ลงทุนในการมีคอมพิวเตอร์

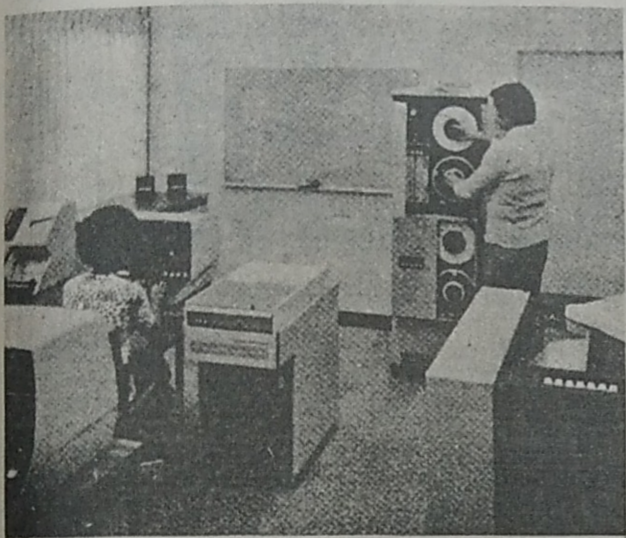


รูปที่ 5 โครงสร้างภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ เมื่อมองจากกล้องจุลทรรศน์

สำหรับการใช้คอมพิวเตอร์ประยุกต์ในงานควบคุมโดยเปรียบเทียบกับระบบการควบคุมด้วยวงจรอิเลคทรอนิคส์ หรือฮาร์ดแวร์ที่เคยใช้มาก่อนโดยคิดถึงจุดมุ่งหมายของการควบคุมเหมือนกันแล้ว ระบบการใช้คอม-

พิวเตอร์ย่อมต้องอาศัยการลงทุนสำหรับคอมพิวเตอร์ (อาจเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 1 บอร์ด) ที่สูงกว่า

อย่างไรก็ดีการควบคุมระบบด้านคอมพิวเตอร์ก็ยังมีข้อดีในแง่อื่นอีกหลายประการเช่น ความยืดหยุ่น หรือสามารถดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมการควบคุมได้ง่าย ออกแบบระบบซอฟต์แวร์ได้ง่ายกว่าทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมเป็นไปได้ดีกว่า



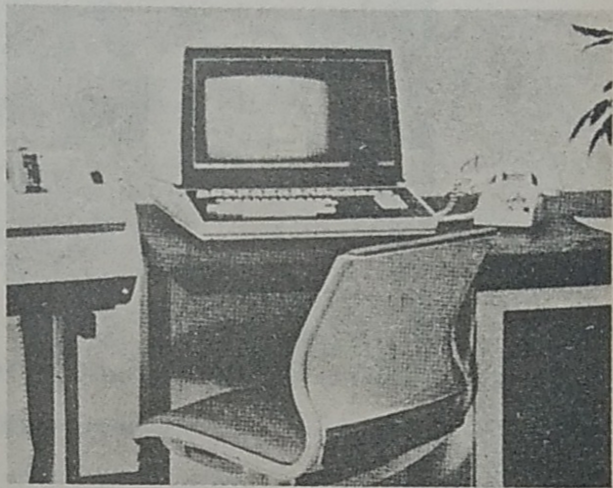
รูปที่ 6 มินิคอมพิวเตอร์ CYBER 18-20 ที่ติดตั้งอยู่ที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คอมพิวเตอร์ในฝันที่มีโอกาสเป็นจริง

นิยายวิทยาศาสตร์ได้เคยกล่าวถึงคอมพิวเตอร์ในแง่ของทาสผู้ซื่อสัตย์ที่ทำงานแทนมนุษย์ได้มาก และยังเลยไปถึงการพัฒนาจนคอมพิวเตอร์มีความฉลาดสามารถพัฒนาตัวเองจนอยากจะเป็นนายมนุษย์ดังเช่น ภาพยนตร์เรื่อง *ศึกคอมพิวเตอร์* แต่ถ้าพิจารณาในปัจจุบันเรามาลองดูสำนักงานที่ได้มาตรฐานแห่งหนึ่งในอเมริกา อุปกรณ์ช่วยอำนวยความสะดวกในแง่การช่วยทำงาน เช่น เวิร์ดโปรเซสซิ่ง ช่วยงานด้านการพิมพ์เอกสาร ไมโครกราฟิกเก็บเอกสาร เครื่องอ่านอักษรด้วยแสง เครื่องติดต่อสื่อสารทั้งโทรศัพท์ โทรพิมพ์ ด้วยคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ทำงานในการเก็บเอกสาร การค้นหาเอกสาร ฯลฯ อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนแต่ใช้หลักการของคอมพิวเตอร์หรือใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ช่วยในการทำงาน และยังใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ควบคุมการทำงานอีกชั้นหนึ่ง

ลักษณะของมินิ-ไมโครคอมพิวเตอร์

เนื่องจากเรามีระบบทางด้านมินิ-ไมโครคอมพิวเตอร์อยู่มากมายและราคาของคอมพิวเตอร์ก็มีขนาดเพียงอยู่ในช่วงของ 100 เหรียญสหรัฐจนถึงหลายหมื่นเหรียญ ลักษณะทั่วไปของ มินิ-ไมโครพอสรุปให้เห็นเป็นตัวอย่างได้ดังนี้



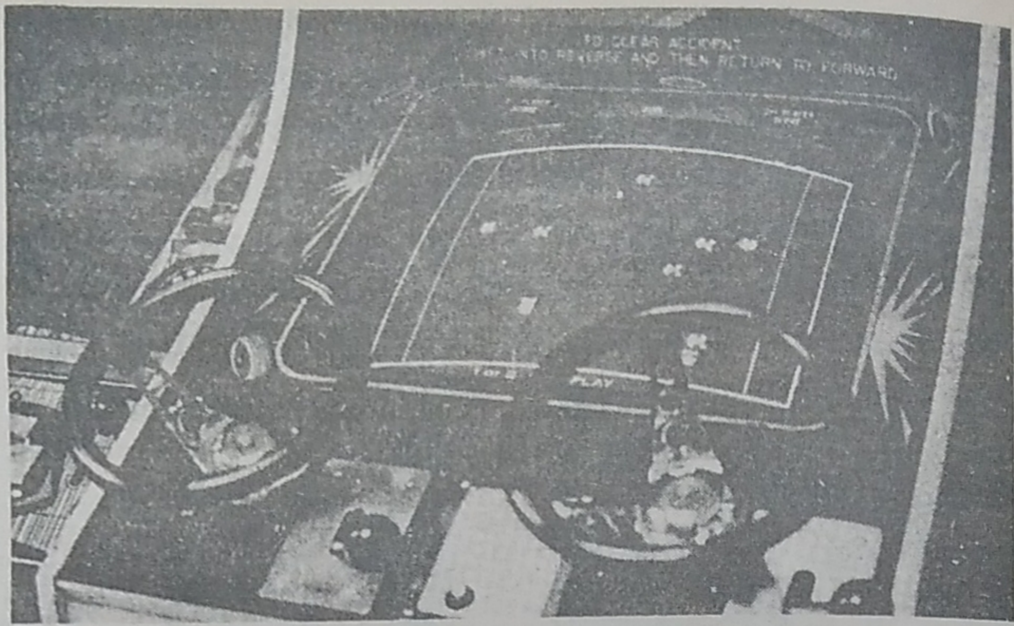
รูปที่ 7 มินิคอมพิวเตอร์ INFOREX 7000

1. ระบบที่ใช้ในงานดาต้าโปรเซสซิ่ง ส่วนใหญ่เป็นมินิ-คอมพิวเตอร์ มีบ้างที่เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ ลักษณะความสามารถของมินิคอมพิวเตอร์ปัจจุบันก็มิได้ยิ่งหย่อนไปกว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่อื่น ๆ ทั่วไป เครื่องมินิคอมพิวเตอร์เหล่านี้ได้แก่ PDP 8 PDP 11 ของบริษัท DEC B80 ของบริษัทเบอร์โรห์ บริษัทที่ผลิตมินิคอมพิวเตอร์มีมากมายได้แก่ IBM (system 34), ICL, CDC, ฮิวเลทแพ็คการ์ด, ดิจิโค NEC, มิตซูบิชิ, SORD, แวง เป็นต้น

2. ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ ส่วนใหญ่ใช้พัฒนาโปรแกรมให้ใช้ได้แล้ว จึงโปรแกรมลงใน ROM หรืออุปกรณ์อย่างอื่นเพื่อใช้งานเฉพาะบางอย่าง ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่กล่าวถึงนี้ก็มีของ INTEL, IMSAL, ALTAIR, MOTOROLA, ZYLOG ฯลฯ

3. คอมพิวเตอร์ที่อยู่บนบอร์ด ๆ เดียว ลักษณะของการประยุกต์จึงเหมาะที่ใช้สำหรับงานเล็ก ๆ เช่น งานควบคุม ดังนั้นจึงมักจะแทรกอยู่ในเครื่องมือควบคุมอื่น ๆ

4. ลักษณะเป็นชุดประกอบหรือที่เรียกว่าคิท ลักษณะเช่นนี้เป็นลักษณะเหมาะสำหรับการเรียนรู้ระบบทั้ง



รูปที่ 8 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำเครื่องเล่นเกม

ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ปัจจุบันชุดประกอบสำเร็จทางไมโครคอมพิวเตอร์มีมากมาย และมีราคาถูก เหมาะสำหรับผู้ที่สนใจใฝ่ศึกษาทั่วไป

5. ชุดที่ออกแบบตามความต้องการลูกค้า โดยปกติชุดนี้บริษัทผู้ผลิตไอซีมักจะเป็นผู้ออกแบบ เช่น ใช้ในงานทีวีเกม งานเครื่องคำนวณที่โปรแกรมได้ เป็นต้น

แนวโน้มทั่วไปของคอมพิวเตอร์

เมื่อเทคโนโลยียิ่งเจริญขึ้นเพียงใดราคาของคอมพิวเตอร์ก็ลดลงเรื่อย ๆ คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันราคาเพียง 1,000 เหรียญสหรัฐ ในปัจจุบันจะมีขนาดความสามารถเท่ากับคอมพิวเตอร์ขนาด 100,000 เหรียญใน 15 ปีก่อน นายอาร์ต เฟอร์แมน รองผู้จัดการ บริษัท แอดวานซ์ เดเวลอปเมนท์ แห่งสหรัฐอเมริกาได้กล่าวไว้ว่า "เทคโนโลยีเจริญขึ้นยิ่งทำให้คอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงและความเร็วในการทำงานสูงขึ้น แต่ปัญหาก็มีอยู่ที่ตัวเพอริเฟอรัลทั้งหลายซึ่งมักจะทำงานช้ากว่ามาก ดังนั้นระบบคอมพิวเตอร์ในอนาคตจึงสามารถมีจำนวนเพอริเฟอรัลได้มากขึ้น"

บริษัทส่วนใหญ่มักผลิตคอมพิวเตอร์เพื่อแข่งขันในแง่ความสามารถ แต่อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ที่แต่ละบริษัทสร้างขึ้นก็ต้องเป็นไปตามความต้องการของตลาดในปัจจุบันธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนมากที่ยังต้องการคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในงานด้านต่าง ๆ คอมพิวเตอร์ที่ยังเป็นความต้องการและมีแนวโน้มในตลาดสูงคือคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า stand alone computer หรือคอมพิวเตอร์ที่มีทุกอย่างพร้อมในตัว คือมีอินพุทที่ได้ทั้งคีย์บอร์ด เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก เทปแม่เหล็ก เทปคาสเซตต์ ฟลอบปี้ดิสค์ เครื่องพิมพ์ เครื่อง CRT เครื่องที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะรวมอยู่ในตัวเดียวกัน โดยปกติขนาดหน่วยความจำที่ใช้อยู่ในช่วง 32K ถึง 64K

อีกสิ่งหนึ่งที่น่าสนใจคือลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จากการคาดคะเนของบริษัท IDC (International Data Corporation) โดยเปรียบเทียบ



รูปที่ ๙ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ

ความต้องการของ ดิสเก็ตต์ (diskette) แผ่นแม่เหล็ก (magnetic card) และเทปคาสเซตต์ (cassett) จะเห็นได้ว่า แนวโน้มของการใช้ดิสเก็ตต์จะมีแนวโน้มที่สูงยิ่งขึ้น

เรานำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้อะไรได้บ้าง

การประยุกต์ใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์เป็นไปได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะตัวไมโครโปรเซสเซอร์เป็นเสมือนอุปกรณ์ที่ทำงานตามโปรแกรม ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานจึงขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรม และการอินเตอร์เฟสทางฮาร์ดแวร์นั่นเอง ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้งาน

ใช้กับระบบความปลอดภัยในอาคารพาณิชย์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเสมือนศูนย์จัดการสั่งงานโดยมีหน้าที่การสั่งงานในสิ่งอำนวยสะดวกต่าง ๆ ของตึก เช่น ควบคุมอุณหภูมิ ปิดเปิดไฟฟ้าแสงสว่าง ปิดเปิดกลไกประตู ระบบความปลอดภัย (โดยใช้ตัวดักจับติดที่ประตูหน้าต่าง) ระบบป้องกันอัคคีภัย (โดยให้ไมโครคอมพิวเตอร์ติดต่อหมุนโทรศัพท์อัตโนมัติแจ้งเหตุหน่วยดับเพลิงหรือควบคุมปั้มน้ำดับเพลิง) ฯลฯ

ใช้ในงานควบคุมระบบอุตสาหกรรม และเครื่องมือทดสอบคุณภาพในระบบ ระบบอุตสาหกรรมที่ใช้ได้แก่การควบคุมการไหลของไอน้ำ ควบคุมหม้อไอน้ำ อุณหภูมิ ความดัน

ใช้ในกิจการทางด้านดาต้าโปรเซสซิ่ง โดยประกอบเข้าเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ งานที่ใช้ในด้านนี้ได้แก่ งานควบคุมสต๊อก คิดดอกเบี้ยภาษี งานตัดสินใจด้านการจัดการ ซึ่งกระทำเหมือนกับดิจิตอลคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่ ๆ ทั่วไป

ใช้ประกอบในส่วนของเพอริเฟอรัล เพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ใหญ่มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น เช่น ประกอบอยู่ใน CRT อยู่ในเครื่องพิมพ์ เครื่องรับส่งข้อมูล ฯลฯ

ใช้ในการเล่นเกมต่าง ๆ มากมาย มีทั้งเกมที่แสดงออกด้วยแสงสีเสียง หรือภาพ เช่นเกมรถแข่ง เกมยิงเรือดำน้ำ ฯลฯ ที่เห็นอยู่ทั่วไป

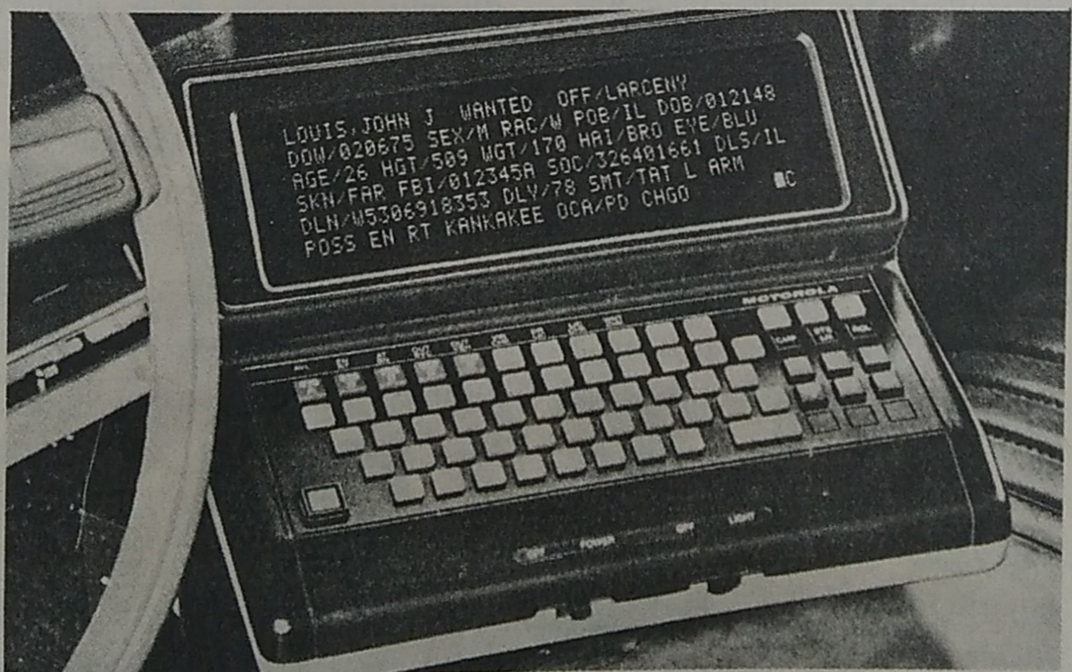
ใช้ในงานควบคุมเฉพาะอย่างเช่น ควบคุมสัญญาณไฟจราจร เครื่องจักร เตาไมโครเวฟ เครื่องอัดภาพสี เครื่องผสมสูตรอาหารในรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ ฯลฯ

ใช้งานติดต่อสื่อสาร เป็นตัวเลือกแชนเนลในกิจการด้านโทรพิมพ์ โทรเลข และโทรศัพท์

ใช้ในอุปกรณ์เครื่องมือวัด เครื่องมือใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น เครื่องวัดระยะทาง เครื่องวิเคราะห์นับฝุ่นละออง ฯลฯ

ปัจจุบันมีผู้นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์ไปใช้ในทางเครื่องรับวิทยุโทรทัศน์ เพื่อใช้ในการโปรแกรมการทำงานเลือกช่องเลือกเวลา เลือกเพลง ฯลฯ

ใช้ในเครื่องบริการน้ำมันอัตโนมัติ (ในอเมริกา)



รูปที่ 10 ไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีแผงแสดงเอาท์พุท และส่วนป้อนโปรแกรมอินพุท

ใช้ในการออกแบบแทนวงจรลอจิก ซึ่งแต่เดิมต้องออกแบบด้วยลักษณะของไอซีเป็นจำนวนมาก แต่ปัจจุบันออกแบบด้วยระบบการเขียนโปรแกรม ฯลฯ

ถัดจากไมโครก็คือนาโน

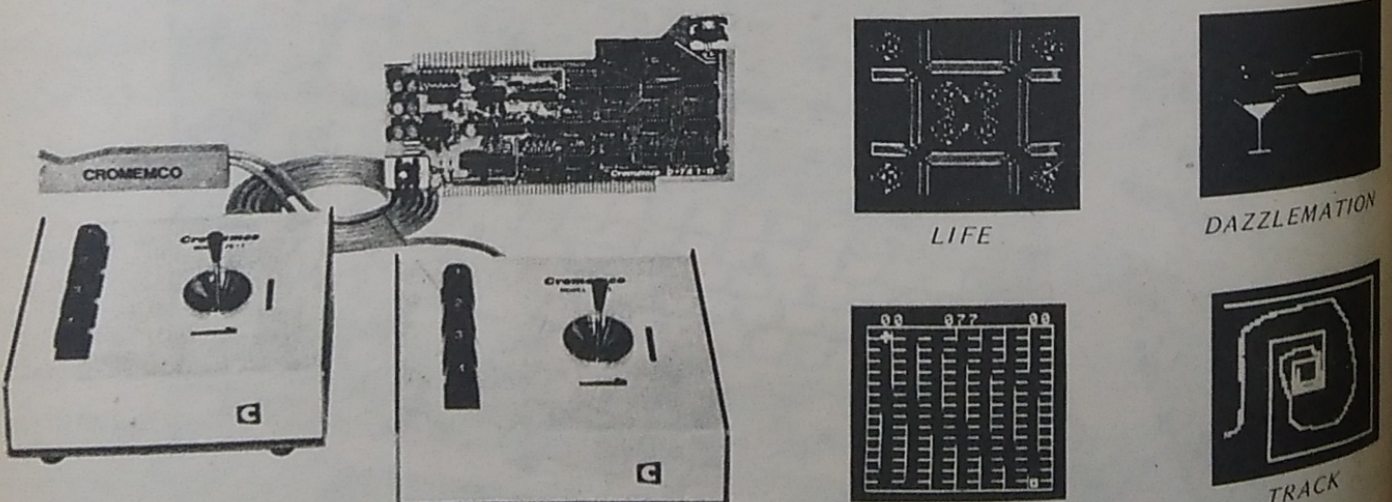
แม้ว่าในปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์ที่ได้รับการพัฒนาจะมีประสิทธิภาพความสามารถ และประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างแล้ว วิศวกรผู้ออกแบบของบริษัทผู้นำทางด้านคอมพิวเตอร์ก็หาได้หยุดที่จะค้นคว้าต่อไป จนมีผู้กล่าวว่าเราจะได้นาโนโปรเซสเซอร์ในเร็ว ๆ นี้

ตัวอย่างนาโนโปรเซสเซอร์ที่กล่าวถึงนั้นมีโอกาสเป็นไปได้มากในแง่ของความเร็วในการทำงาน เพราะปัจจุบันไมโครโปรเซสเซอร์ใช้ช่วงเวลาการทำงานในหน่วยของไมโครวินาที การพัฒนาก็ได้พยายามใช้เทคนิควิธีการต่าง ๆ เช่น ไบโพล่าร์ชอทท์กี้ เทคนิคบิทสไลซ์ I^2L ฯลฯ เพื่อเพิ่มความเร็วให้ช่วงเวลาการทำงานลดลงมาอยู่ในช่วงนาโนวินาที ดังนั้นแนวโน้มในอนาคตอันใกล้จึงมีเค้าโครงของความเป็นจริงที่เราจะมีนาโนโปรเซสเซอร์

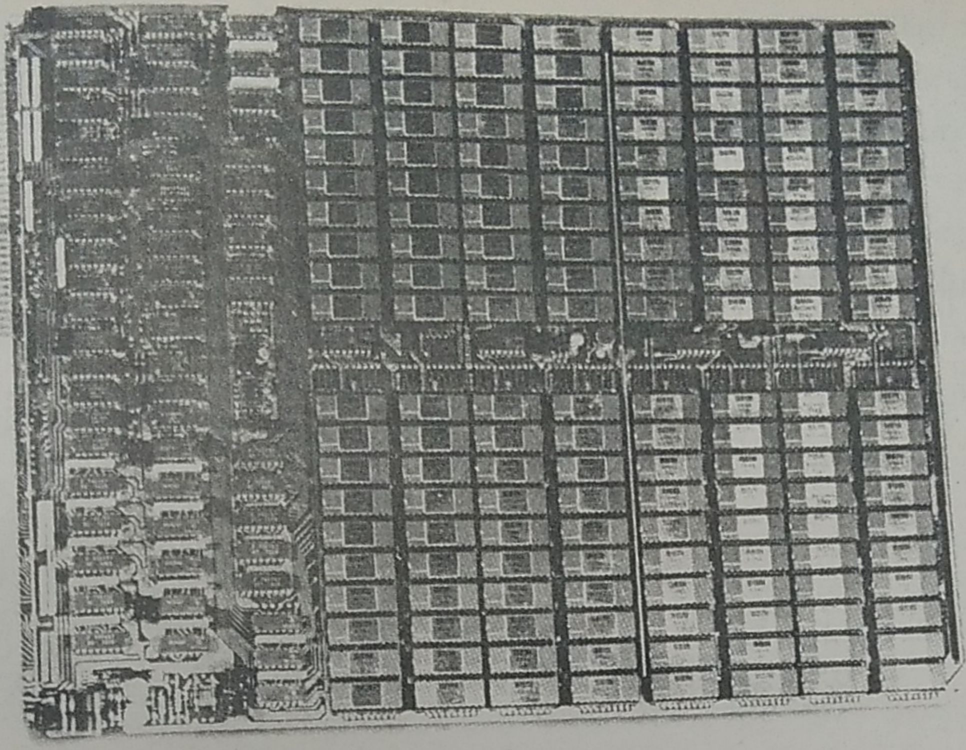
ถ้าพิจารณาแนวโน้มของตัวโปรเซสเซอร์ หรือซีพียูไมโครโปรเซสเซอร์ดูจะมีอนาคตที่สดใสกว่า เพราะสถาปัตยกรรมของไมโครโปรเซสเซอร์ที่พัฒนาขึ้นจนสามารถเข้าไปแทนมินิคอมพิวเตอร์ได้แล้วนั่นเอง ในปัจจุบันเรามีไมโครโปรเซสเซอร์ 16 บิท และสามารถใช้เทคนิคทางด้านบิทสไลซ์เพิ่มจำนวนบิทขึ้นได้อีก และในขณะเดียวกันเรามีหน่วยความจำไอซีที่มีขนาดความจุสูงซึ่งสูงถึง 16K บิทในไอซีตัวเดียว

อะไรเป็นปัญหาฮาร์ดแวร์หรือซอฟท์แวร์

สำหรับผู้เริ่มต้นศึกษาเรื่องคอมพิวเตอร์ จะเป็นปัญหาทั้งสองอย่าง คอมพิวเตอร์จะทำงานให้เราได้ตามที่เราต้องการเสร็จสิ้นอย่างไม่มีปัญหา จะต้องดีพร้อมทั้ง 2 ด้าน คือ วงจรตลอดจนอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องทำงานได้ นั่นคือตัวคอมพิวเตอร์ทำคำสั่งทุก ๆ คำสั่งได้อย่างถูกต้อง (ฮาร์ดแวร์ใช้งานได้) และคำสั่งต่าง ๆ (instructions) ถูกเรียกลำดับก่อนหลังไว้เป็นการต่อเนื่องอย่างถูกต้อง (ซอฟต์แวร์ใช้งานได้) มิเช่นนั้นจะทำงานที่เราต้องการไม่ได้ ปัญหาก็คือ ทำอย่างไรจะได้ความถูกต้องทั้งสองด้านนี้มาอย่างครบถ้วน ใครจะเป็นผู้ตอบปัญหานี้ ? ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ ของไมโครคอมพิวเตอร์ ผู้ผลิตรับปัญหานี้ไปเสียส่วนมาก กล่าวคือ เขาต้องออกแบบตัวไมโครโปรเซสเซอร์ให้มีความเชื่อถือได้ มีลักษณะสมบัติที่ตนต้องการใช้งานกับหน่วยอื่น เช่น memory ได้ ผู้ซื้อเป็นแต่เพียงเลือกอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการเอาไปใช้งาน โดยเข้าใจการทำงานของแต่ละหน่วยโดยตลอด การบำรุงรักษาก็เป็นเพียงแยกหน่วยที่เสียแล้ว แทนด้วยของใหม่ที่ใช้งานได้โดยไม่ต้องซ่อมแซมชิ้นส่วนที่เสียนั้นเลย ปัญหาที่ตกมาถึงผู้ที่จะนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้งานโดยที่ผู้ผลิตจากโรงงานช่วยอะไรไม่ได้เลย ก็คือปัญหาเรื่องซอฟท์แวร์ ผู้ใช้งานต้องเป็นผู้ทำโปรแกรมขึ้นมาเองตามจุดประสงค์ของตน ผู้ผลิตช่วยได้ในด้านนี้ก็คือ ให้เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาโปรแกรมมาให้



รูปที่ 11 ไมโครคอมพิวเตอร์กับการเล่นเกม



รูปที่ 12 แผงหน่วยความจำขนาด 64K

หันมาดูในประเทศไทย

เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่มีราคาแพงและเมื่อเทียบกับลักษณะของงานในประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเน้นหนักในแง่แรงงานเพราะค่าแรงงานยังมีค่าต่ำ แต่อย่างไรก็ตามนับวันค่าแรงงานจะมีค่าสูงขึ้น และระบบอัตโนมัติอื่นเริ่มมีราคาถูกลงในไม่ช้าเราคงจะเห็นระบบคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในงานต่าง ๆ มากขึ้น

ในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มักใช้ในวงงานราชการและบริษัทใหญ่ ๆ เช่น ธนาคารกรุงเทพ ธนาคารกสิกรไทย บริษัทปูนซิเมนต์ไทย เป็นต้น แต่ในระยะสองปีที่ผ่านมานี้แนวโน้มทางด้านตลาดหันมาสนใจในมินิคอมพิวเตอร์กันมาก ระบบมินิคอมพิวเตอร์จึงเข้ามาสู่หน่วยงานย่อยตามมหาวิทยาลัย โรงงานบริษัทเอกชนหลายแห่ง และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอีกมาก

ไมโครคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาแพร่หลายในหลายส่วนโดยที่เราเองบางครั้งก็ไม่รู้ตัว เช่นในวงจรทีวีเกมที่เห็นแพร่หลายทั่วไป เช่น เกมรถแข่ง ยิงเรือดำน้ำ ทิ้งตอร์ปิโด โบว์ลิ่ง ฯลฯ นอกจากนั้นในเครื่องมือสำคัญบางอย่างเช่นเครื่องวิเคราะห์วงจรลอจิก เครื่องดูรูปคลื่นและเครื่องมืออิเลคทรอนิคส์อีกหลายชนิดที่มีผู้สั่งเข้ามาก็มีลักษณะของไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปเกี่ยวข้อง

สถาบันการศึกษาหลายแห่งเริ่มตื่นตัวถึงกับจัดซื้อไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา ตัวอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ถึงกับซื้อระบบของอิมซายน์พร้อมเพอริเฟอรัล ประกอบเป็นระบบไว้สำหรับศึกษาทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ และยังมีระบบไมโครอีกหลายระบบ เช่น INFO 2000, NECPC 8000, STRIUS I, OSBORN I, SHARP นอกจากนี้ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดที่ประกอบเป็นคิทก็มีผู้สั่งเข้ามาและใช้ศึกษากันหลายแห่ง

อนาคตอันสุกใสสำหรับคอมพิวเตอร์ในเมืองไทย

ความตื่นตัวทั้งทางด้านบริษัทผู้ขาย และบริษัทเอกชนตลอดจนหน่วยรัฐบาลในฐานะผู้ซื้อทำให้มองเห็นอนาคตอันสุกใสของคอมพิวเตอร์ในเมืองไทย ถ้าพิจารณาในแง่กำลังคนเรามีสถานศึกษาหลายแห่งเปิดสอนและวิจัยในด้านคอมพิวเตอร์จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ในประเทศไทยค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และอัตราการเพิ่มจะมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเท่าที่ผู้เขียนได้ข้อมูลมาแสดงให้เห็นว่า แนวทางคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในประเทศไทยดูจะสดใส และมีความต้องการอีกมาก ตลาดใหญ่ที่มองเห็นกันชัดเจน คือ ธนาคารและบริษัทเงินกู้ต่าง ๆ

ซึ่งเชื่อกันว่าในอีกไม่กี่ปีข้างหน้านี้ ธนาคารและทรัสต์เกือบทุกแห่งจะต้องมีคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยบริการลูกค้าให้เร็วยิ่งขึ้น และแข่งบริการกับคู่แข่งขัน ในปัจจุบันระบบคอมพิวเตอร์ขนาดราคาต่ำกว่า 1 ล้านบาท เป็นที่สนใจในกิจการต่าง ๆ มาก

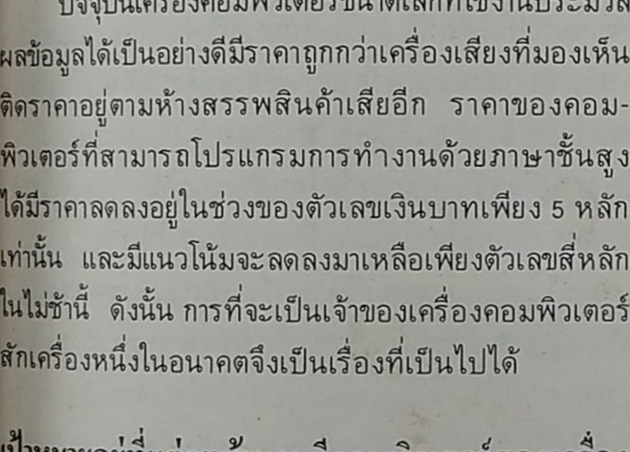
เป็นที่น่ายินดีอีกประการหนึ่งสำหรับประเทศไทย คือในหน่วยงานหลายแห่งเริ่มพัฒนาระบบไมโครคอมพิวเตอร์ของตนเองที่จะนำมาใช้เฉพาะอย่าง เช่น ใช้ในระบบควบคุมอุตสาหกรรม ควบคุมสัญญาณไฟจราจร ควบคุมสวิตช์เลือกแชนเนลของเครื่องโทรพิมพ์ ควบคุมในเรื่องทางอาวุธสงคราม เช่น การทิ้งระเบิด งานพัฒนาเหล่านี้ยังอยู่ในความสามารถของวิศวกรของคนไทยและในไม่ช้าเราคงได้พบกับการคิดค้นทางด้านการใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์ในแง่ต่าง ๆ มากขึ้น และจะเป็นประโยชน์มากขึ้น แทนที่จะสั่งเป็นอุปกรณ์สำเร็จที่ต้องซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศทั้งหมด

ท่านพร้อมที่จะเป็นเจ้าของคอมพิวเตอร์หรือยัง ?

ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้งานประมวลผลข้อมูลได้เป็นอย่างดีมีราคาถูกกว่าเครื่องเสียงที่มองเห็นติดราคาอยู่ตามห้างสรรพสินค้าเสียอีก ราคาของคอมพิวเตอร์ที่สามารถโปรแกรมการทำงานด้วยภาษาชั้นสูงได้มีราคาลดลงอยู่ในช่วงของตัวเลขเงินบาทเพียง 5 หลักเท่านั้น และมีแนวโน้มจะลดลงมาเหลือเพียงตัวเลขสี่หลักในไม่ช้านี้ ดังนั้น การที่จะเป็นเจ้าของเครื่องคอมพิวเตอร์สักเครื่องหนึ่งในอนาคตจึงเป็นเรื่องที่เป็นไปได้

เป้าหมายอยู่ที่แต่ละบ้านจะมีคอมพิวเตอร์สองเครื่อง

นิตยสาร "ไบท์" ที่มีชื่อเสียงทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ของอเมริกาได้คำนวณตัวเลขจากยอดการผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ดูแล้ว พบว่าในไม่ช้านี้ครอบครัวชาวอเมริกันแต่ละครอบครัวจะมีคอมพิวเตอร์โดยเฉลี่ยบ้านละสองเครื่อง คอมพิวเตอร์ที่ว่านี้อาจจะแฝงมาในรูปของการใช้งานเฉพาะอย่าง เช่น ในระบบควบคุมวงจรทีวี เครื่องซักผ้า เตาอบ ฯลฯ แต่อย่างไรก็ตามไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กก็แพร่หลายมากขึ้นอย่างรวดเร็วจนในปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ก็เป็นอุปกรณ์สามัญที่ใคร ๆ ก็ซื้อหามาไว้ใช้ได้ ในบทความนี้จะกล่าวถึงเรื่องทั่วไปเกี่ยวกับข้อพิจารณาเลือกซื้อไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์มีราคาประมาณ 200,000 บาท

การซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ไม่ง่ายเหมือนการซื้อเครื่องสเตอริโอ

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องที่ต้องอาศัยเทคนิคชั้นสูงที่ยุ่งยากกว่าเครื่องเสียงธรรมดามาก การพิจารณาขอบเขตความสามารถของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นั้นต้องพิจารณาทั้งในแง่ซอฟต์แวร์ (soft ware) และฮาร์ดแวร์ (hardware) อีกทั้งไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นระบบ คือประกอบกันได้หลายชิ้นด้วยกัน การซื้ออาจจะมีทุนทรัพย์น้อยต้องเลือกซื้อเท่าที่จำเป็นก่อนต่อเมื่อต้องการขยายก็จะซื้อเพิ่มได้ การเลือกซื้อระบบผิดพลาดจึงหมายถึงความผิดพลาดที่มีต่อไปในอนาคตด้วย

ในการใช้งานก็เช่นกันเครื่องเสียงสเตอริโอมีลักษณะคุณสมบัติในการให้เสียงที่ไพเราะนุ่มนวลจะให้ทำงานในหน้าที่อื่นใดก็ไม่ได้ แต่ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่อง

มือที่สามารถนำไปประยุกต์ได้กว้างขวางเช่น ใช้ในระบบคำนวณการออกแบบงานใช้ในระบบธุรกิจในบ้าน ในที่ทำงาน ใช้ทำเป็นเครื่องเล่นหรือเกม ใช้เป็นเครื่องมือในการสอนคณิตศาสตร์หรือสอนหนังสือให้ลูกหลาน ฯลฯ จุดมุ่งหมายเหล่านี้ก็เป็นประเด็นที่สำคัญในการกำหนดสเปคของเครื่องที่ต้องการ

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์

ก่อนอื่นขอแนะนำระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ค่อนข้างจะสมบูรณ์จะต้องประกอบไปด้วยอะไรบ้าง โดยปกติการจะเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ได้จะต้องประกอบด้วย ซีพียู (central processing unit) ที่เป็นไมโคร-โปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ RAM และ ROM ส่วนอินเตอร์เฟส กับ I/O ที่อยู่ในเมนเฟรม (main frame) เพอริเฟอรัลตามต้องการ เช่น ฟลอบปี้ดิสค์ (floppy disk) เครื่องพิมพ์ ซีอาร์ทีพร้อมคีย์บอร์ด ฯลฯ

เมื่อไรจึงมีคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์ที่จะเข้ามามีบทบาทใช้งานส่วนตัวนั้นจะแพร่หลายเพิ่มขึ้นทุกวัน แต่สำหรับในเมืองไทยเราเองนั้นยังไม่แพร่หลายนัก ทั้งนี้เพราะเหตุสองประการคือ มาตรฐานทางเศรษฐกิจเรายังต่ำอยู่ทำให้กำลังซื้อทางด้านคอมพิวเตอร์มีน้อยลง ถึงแม้ว่าราคาเครื่องคอม-พิวเตอร์จะลดต่ำลงมามากแล้วก็ตาม ส่วนอีกเหตุผลประการหนึ่งคือจำนวนบุคคลที่สนใจในเรื่องเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีน้อยและส่วนใหญ่ก็ยังไม่รู้ว่าจะนำเจ้าเครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านี้มาใช้ประโยชน์ให้คุ้มค่ากับเงินที่ลงทุนไปได้อย่างไร เพื่อเป็นแนวสรุปการใช้งานหรือเหตุผลของการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวจึงขอสรุปเป็นหัวข้อดังนี้

มีไว้เพื่อการศึกษา เหตุผลหนึ่งที่คนสนใจในเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์คือต้องการศึกษาหรือใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยในงานด้านการศึกษาแขนงอื่นเช่นการเขียนโปรแกรม ส่วนผู้สนใจศึกษาทางด้านฮาร์ดแวร์ก็สามารถศึกษาในรูปแบบของโครงสร้าง การเชื่อมต่อหรือการประยุกต์ใช้งานในงานระบบควบคุมต่าง ๆ บางคนไม่มีความรู้ทางด้านฮาร์ดแวร์เลยก็เพียงต้องการศึกษาระบบทางซอฟต์แวร์ หรือต้องการใช้การคำนวณทางคอมพิวเตอร์ในงานตัดสินใจบางอย่างที่ต้องการความรวดเร็ว

มีไว้เพื่อเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ในปัจจุบันบุคคลแต่ละท่านอาจจะต้องมีข้อมูลที่จะต้องใช้เก็บไว้มากมายเช่นรายละเอียดเกี่ยวกับเพื่อนฝูงและเบอร์โทรศัพท์ รายชื่อหนังสือ บันทึกประจำวัน หรือวันนัดต่าง ๆ ที่จำเป็นหรือรายการสำคัญที่จะต้องทำในแต่ละวัน ข้อมูลเกี่ยวกับรายรับรายจ่ายส่วนบุคคล ฯลฯ สิ่งเหล่านี้สามารถเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์โดยสามารถเรียกใช้หรือเก็บเพิ่มเติมได้อย่างรวดเร็ว

มีไว้ใช้ในกิจการทั่วไปในบ้าน เช่นช่วยเตรียมแผนการรายการอาหารแต่ละวันให้โดยคิดถึงหลักประหยัดช่วยแม่บ้านทำบัญชีค่าใช้จ่ายในบ้าน เป็นต้น

ใช้เป็นเครื่องเล่นยามพักผ่อนหย่อนใจ เครื่องคอมพิวเตอร์ปัจจุบันที่มีใช้ในงานส่วนตัวมักได้รับการออกแบบให้เขียนภาพบนจอทีวีได้ ดังนั้นจึงมีผู้เขียนเกมไว้มากมายที่ใช้กับทีวี เช่น เกมเล่นไพ่กับคอมพิวเตอร์ ขับรถแข่ง สงครามอวกาศ เล่นโบว์ลิ่ง เดินหมากรุก ฯลฯ อื่น ๆ อีกมากแล้วแต่ผู้โปรแกรม เกมเหล่านี้อาจเล่นเพียงคนเดียวกับเครื่องหรือเล่นกันสองคน โดยเครื่องเป็นคนควบคุมกติกาให้และเป็นสนามแข่งให้ด้วย

มีไว้เพื่องานทางธุรกิจ ปัจจุบันระบบซอฟต์แวร์ที่เรียกว่าโปรแกรมสำเร็จรูปได้มีขีดความสามารถในการทำงานได้สูงขึ้นจนสามารถนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานธุรกิจที่ไม่ยุ่งยากนักได้ ระบบดังกล่าวนับว่ากำลังได้รับความนิยมอยู่ไม่น้อยทีเดียวในต่างประเทศ

เริ่มต้นที่เมนเฟรม

ในการจัดซื้อหาคอมพิวเตอร์นั้นจุดแรกอาจจะนำมาเพื่อพอให้ใช้งานได้เพื่อได้ศึกษาในรายละเอียดต่าง ๆ แล้วค่อยขยายใหญ่ต่อไป ส่วนแรกของคอมพิวเตอร์ที่สำคัญคือส่วนที่เป็นจุดหัวใจของคอมพิวเตอร์คือซีพียู RAM ROM โดยปกติส่วนเหล่านี้มักประกอบเป็นแผ่นวงจรพิมพ์อาจจะเป็นแผ่นวงจรเดียว เพื่อศึกษาและประยุกต์การใช้งานทางด้านฮาร์ดแวร์

สำหรับในรายที่ต้องการศึกษาทางซอฟต์แวร์ บริษัทผู้ผลิตไมโครคอมพิวเตอร์หลายแห่งก็ทำในรูปของคอมพิวเตอร์แผงเดียว ซึ่งเมื่อเสียบต่อกับทีวีก็สามารถเล่นได้

โดยมีการป้อนข้อมูลด้านคีย์บอร์ด ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏที่จอทีวี การป้อนโปรแกรมสามารถใช้ภาษา BASIC ได้โดยตรง

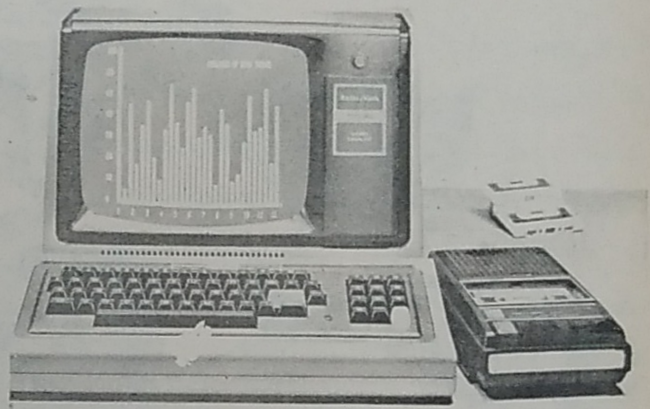
ข้อพิจารณารายละเอียด

ซีพียู หัวใจของไมโครคอมพิวเตอร์คือไมโครโปรเซสเซอร์กลุ่มของไมโครโปรเซสเซอร์ก็มีหลายกลุ่มหลายตระกูล โครงสร้างภายในก็แตกต่างกัน ขีดความสามารถการทำงานในรายละเอียดก็แตกต่างกันในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัวในปัจจุบันใช้ซีพียูแทบทุกเบอร์ที่มีอยู่ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตและโมเดลข้อพิจารณาทั่วไปของซีพียูมีรายละเอียดดังนี้

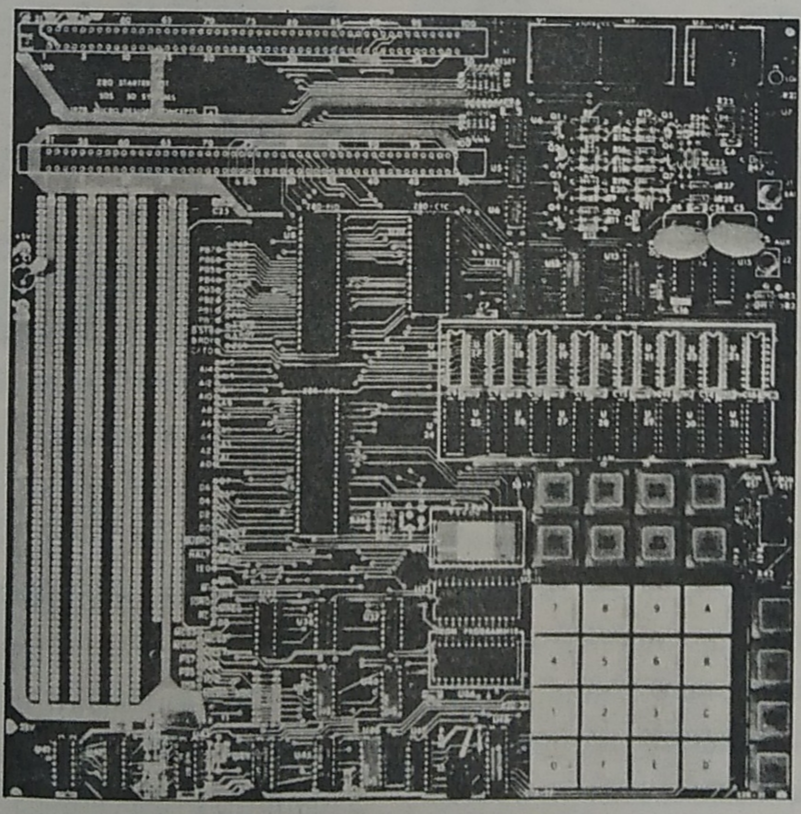
จำนวนบิท ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้มากปัจจุบันมีขนาด 8 บิท 12 บิท และ 16 บิท 8 บิทเป็นชนิดที่มีใช้กันมาก เช่น 6800, 8080, Z80 ฯลฯ ส่วน 12 บิท และ 16 บิท ก็มีบ้างแต่ยังไม่แพร่หลายมากเท่ากับตระกูลพวก 8 บิท คอมพิวเตอร์ 16 บิท มีขอบเขตการประมวลผลข้อมูลได้มากและเร็วกว่าพวก 8 บิท แต่มีราคาแพงกว่า

ความสามารถในการอ้างแอดเดรส ไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปมีขอบเขตจำกัดในการอ้างแอดเดรสโดยตรง ขอบเขตจำกัดนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไมโครโปรเซสเซอร์ 6800, 8080 และ Z80 มีความสามารถอ้างแอดเดรสได้ 64K ส่วน Z8000 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิท มีความสามารถอ้างแอดเดรสได้ถึง 8 M ไบท์

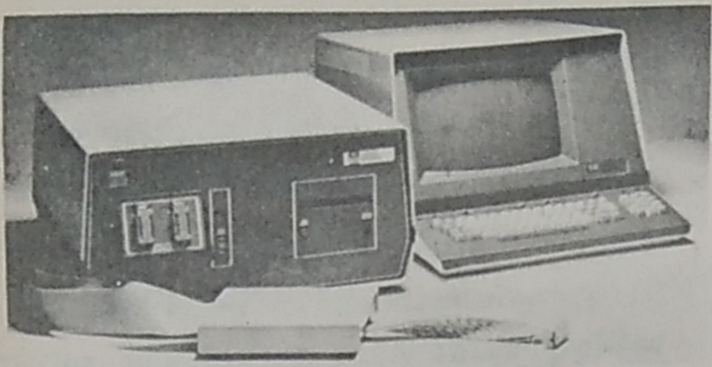
ความเร็วหรือความถี่ของสัญญาณนาฬิกา การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์จะเร็วหรือช้าก็ขึ้นกับความถี่ของสัญญาณนาฬิกานั่นเอง Z80 ใช้กันสัญญาณนาฬิกาได้ 4 MHz ซึ่งก็ทำได้เร็วกว่า 8080 ที่ใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 2 MHz เป็นต้น สัญญาณนาฬิกาไม่อาจวัดความเร็วได้โดยตรง จำเป็นต้องดูโครงสร้างอย่างอื่นประกอบ



รูปที่ 3 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มี CRT และคีย์บอร์ดที่สามารถป้อนโปรแกรมภาษาชั้นสูงได้ทันที



รูปที่ 2 ไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว



รูปที่ 4 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ (ในการออกและสร้างไมโครคอมพิวเตอร์)

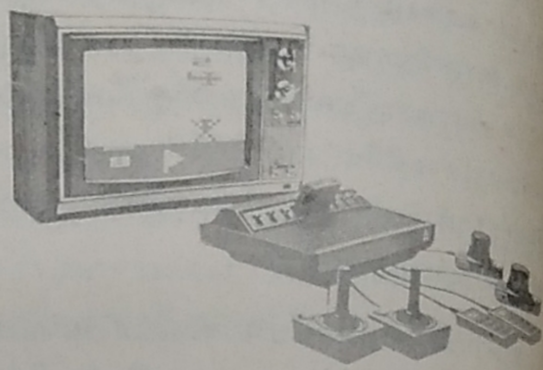


รูปที่ 5 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานธุรกิจที่เกี่ยวกับข้อมูลจำนวนมาก

โครงสร้างซีพียูและความสามารถติดต่อกับ I/O เป็นสิ่งที่สำคัญในข้อพิจารณา เพราะถ้าโครงสร้างดีจะทำให้การเขียนโปรแกรมในระดับภาษาแอสเซมบลี้เป็นไปด้วยประสิทธิภาพสูง

บัสนั้นสำคัญไฉน

ไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของแต่ละบริษัทได้ออกแบบไว้เพื่อให้ขยายขอบเขตหรือระบบได้ใหญ่โตขึ้น การขยายระบบนั้นมักจะต่อเข้าไปในบัสของระบบโดยตรง ดังนั้นลักษณะของบัสที่ใช้จึงเป็นส่วนสำคัญ เพราะในกรณีที่ใช้บัสที่มีผู้อื่นใช้กันอยู่มากแล้วเราสามารถซื้อชิ้นส่วนของต่างบริษัทมาประกอบได้ทันที ระบบบัสในส่วนของคอมพิวเตอร์ส่วนตัวที่นิยมกันมากคือระบบ S-100 และ IEEE 488 APPLE BUS ดังนั้นในกรณีนี้ถ้าระบบที่เราใช้เป็นระบบที่ใช้ทั่วไปเช่น S100 เราก็สามารถจะซื้ออุปกรณ์อื่นจากบริษัทอะไรก็ได้ที่ใช้บัสเดียวกันมาขยายระบบ นอกจาก S100 แล้วก็มีการกำหนด มาตรฐานกันอีกหลายระบบซึ่งก็จะต้องพิจารณาถึงการ มาทดแทนหรือขยายได้ง่ายด้วยเป็นสำคัญ



รูปที่ 6 การเล่นเกมกับไมโครคอมพิวเตอร์ หรือการประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ ในงานสอนเด็กอนุบาล หรือเด็กประถม



รูปที่ 7 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานรวบรวมข้อมูลภายในบ้านและใช้งาน แบบเอนกประสงค์

หน่วยความจำ

คอมพิวเตอร์จะทำงานได้ก็ต้องอาศัยหน่วยความจำประกอบ ในส่วนการทำงานหน่วยความจำเป็นส่วนของการเก็บข้อมูลตัวเลขหรือโปรแกรม หน่วยความจำหลักของคอมพิวเตอร์ก็คือ RAM และ ROM ซีพียู จะทำงานร่วมกับหน่วยความจำส่วนของ ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมถาวรไว้เช่นมอนิเตอร์โปรแกรม โปรแกรมควบคุม

การทำงานของระบบ โปรแกรมใช้ในการบูสระบบในตอนแรก และหากว่าต้องการให้เครื่องทำงานประมวลผลที่ต้องอาศัยข้อมูลเป็นจำนวนมากเราอาจต้องพึ่งพาอาศัยหน่วยความจำภายนอก เช่น เทปคาสเซตต์ ดิสเก็ตต์เป็นต้น

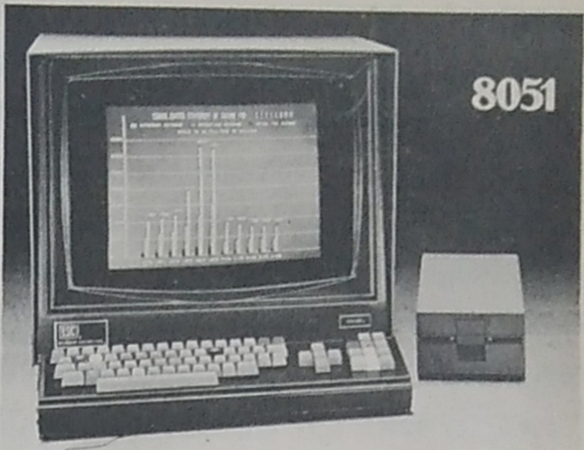
RAM ที่ใช้ยังแยกออกเป็น 2 ชนิดคือชนิดไดนามิกและสแตติก RAM ทั้งสองชนิดนี้ถ้ามองในแง่ของผู้ใช้แล้วจะเหมือนกัน อย่างไรก็ดีหน่วยความจำ RAM นี้ มักจะมีขายกันในรูปที่ประกอบลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่อาจมีขนาดความจุได้เป็น 4K, 8K, 16K, 32K, ในการขยายหน่วยความจำก็เพียงแต่ไปซื้อมาใส่เพิ่มเข้าไปอย่างเดียวเท่านั้น

ROM เป็นส่วนของการเก็บโปรแกรม ซึ่งอาจจะเป็นโปรแกรมมอนิเตอร์หรือในเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องจะเป็นตัวเก็บโปรแกรมขนาดใหญ่ เช่นเป็นตัวอินเตอร์พรีท ภาษา BASIC นอกจาก ROM แล้วก็ยังมี EPROM ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันมากในงานประยุกต์ไมโคร-คอมพิวเตอร์ไปใช้งานอื่นด้วย การเขียนโปรแกรมแล้วเก็บไว้ใน EPROM นี้มีความสำคัญในการเลือก EPROM การพิจารณา EPROM ก็ควรจะพิจารณาเบอร์ที่หาซื้อได้ง่ายราคาไม่แพงมากนักและสามารถโปรแกรมได้ง่าย

อุปกรณ์เพอริเฟอรัลที่จะใช้ประกอบ

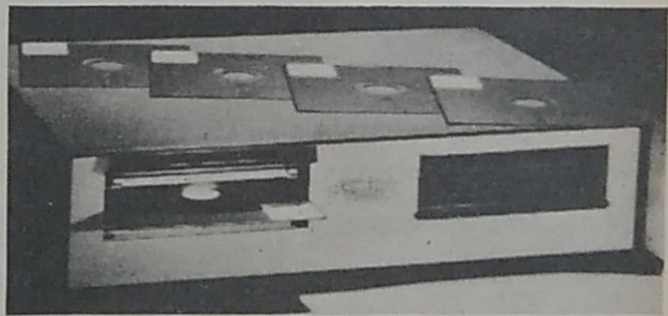
อุปกรณ์เพอริเฟอรัลเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องใช้เงินลงทุนสูง แต่ก็มีประโยชน์ค่อนข้างมาก ทำให้การใช้งานเป็นไปได้ด้วยความสะดวกยิ่งขึ้น ในที่นี้จะสรุปถึงอุปกรณ์เหล่านี้เป็นตัว ๆ ดังนี้

ซีอาร์ที (CRT terminal) ซีอาร์ทีก็คือทีวีดี ๆ นี่เองแต่เป็นทีวีที่ได้รับการออกแบบมาใช้งานทางด้านการแสดงผลข้อมูลโดยเฉพาะซีอาร์ทีจะให้ภาพได้นิ่งและคมชัดกว่าทีวี ดังนั้นในงานที่ต้องใช้กับการแสดงผลบนจอที่เราต้องอ่านอยู่บ่อย ๆ จึงมักใช้ซีอาร์ทีที่ทำหน้าที่นี้โดยตรง การแสดงผลของซีอาร์ทีจะเป็นการแสดงข้อมูลเป็นแถวขึ้นอยู่กับขนาดของซีอาร์ทีนั้น บางเครื่องอาจได้เพียง 12 บรรทัด บรรทัดละ 32 ตัว แต่บางเครื่องมีจำนวนบรรทัดมากขึ้น และจำนวนตัวอักษรในแต่ละแถวมีได้ถึง 80 ตัวอักษร การพิจารณาซีอาร์ทีจึงต้องดูรายละเอียดต่าง ๆ อย่างรอบคอบ



รูปที่ 8 แสดง CRT ที่มีความสามารถในการให้ภาพสีได้

ฟลอบปี้ดิสค์ (floppy disk) ดิสค์หรือจานแม่เหล็กเป็นส่วนของหน่วยความจำสำรองที่ค่อนข้างจะมีประสิทธิภาพ จานแม่เหล็กชนิดนี้มีราคาถูกจึงเป็นตัวกลางในการเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างดี ขนาดของจานแม่เหล็กที่นิยมกันมากมีสองขนาดคือ 5 นิ้ว กับ 8 นิ้ว ส่วนขนาดความจุนั้นก็มีได้หลายขนาดตั้งแต่ 256 กิโลไบท์ 512 กิโลไบท์และขนาด 1 เมกะไบท์ ในอนาคตอันใกล้ขนาดความจุของจานแม่เหล็กจะมีความเข้มข้นมากยิ่งขึ้น



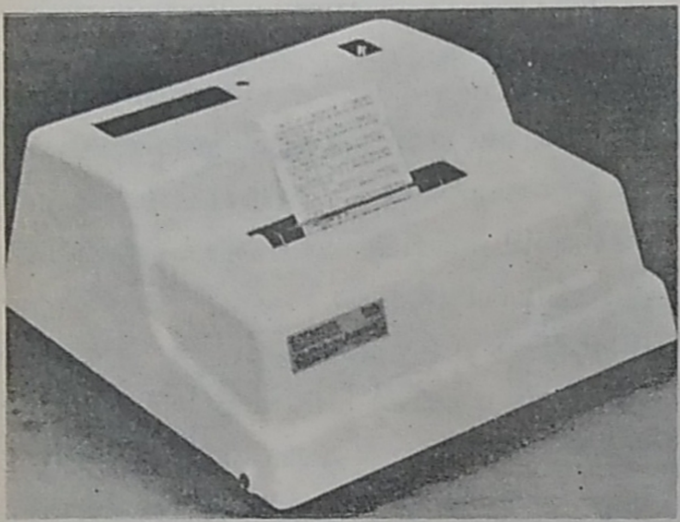
รูปที่ ๙ อุปกรณ์ดิสเก็ตต์ที่ใช้พร้อมทั้งจานแม่เหล็ก

การกำหนดฟอร์แมท หรือกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ที่จะบรรจุข้อมูลโดยกำหนดเป็นส่วน ๆ เรียกว่าเซคเตอร์ การกำหนดเซคเตอร์ให้กับจานแม่หล็กที่ใช้มีสองระบบคือ ระบบฮาร์ดเซคเตอร์ คือการกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ บนจานแม่เหล็กด้วยตำแหน่งรูที่เจาะไว้บนจานแม่เหล็ก และซอฟต์เซคเตอร์ เป็นการกำหนดตำแหน่งบนจานแม่เหล็กด้วยรหัสที่โปรแกรม ๆ ไว้ให้ในตอนเริ่มต้นรายละเอียดเหล่านี้เป็นสิ่งที่จำต้องพิจารณาให้รอบคอบ

การใช้มอเตอร์ขับดิสค์ให้หมุนเป็นระบบก็ควรจะพิจารณาหรือศึกษาก่อนตัดสินใจซื้อ บางแบบใช้ระบบเซอร์โวมอเตอร์แบบไฟตรง แต่บางแบบใช้ซิงโครนัส

มอเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับความถี่ของไฟบ้าน ดังนั้นถ้ามอเตอร์ใช้กับไฟ 60 Hz จะมาใช้กับไฟบ้านเราไม่ได้ เพราะความเร็วจะผิดไปทำให้การเขียนและอ่านผิดไป

เครื่องพิมพ์ผลลัพธ์ (Printer) เครื่องพิมพ์ที่นิยมใช้มักให้ตัวพิมพ์เป็นชนิดจุดแบบเมตริกซ์ ลักษณะของการพิมพ์ส่วนใหญ่จะพิมพ์ทีละตัวอักษร ถ้าหากมีสองหัวพิมพ์ความเร็วก็จะเพิ่มขึ้นอีก ทั่ว ๆ ไปความเร็วของการพิมพ์จะเริ่มตั้งแต่ 30 ตัวอักษรต่อวินาทีขึ้นไป แบบที่มีราคาถูกจะพิมพ์ได้ช้ากว่าแบบที่มีราคาแพง



รูปที่ 10 เครื่องพิมพ์ชนิดดอทเมตริกซ์พร้อมตัวอย่างหนังสือ

สิ่งหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือขนาดกระดาษและการใส่กระดาษกับเครื่องพิมพ์ ขนาดกระดาษมักขึ้นกับจำนวนตัวอักษรที่พิมพ์ได้ในแต่ละบรรทัด ซึ่งนิยมกันเป็น 32 ตัว 80 ตัว 132 ตัว จำนวนตัวอักษรขนาด 80 และ 132 เป็นที่นิยมกันมาก ส่วนการขับเคลื่อนให้กระดาษวิ่งมี 2 แบบคือแบบใช้ความฝืด แบบนี้จะทำให้เราสามารถใช้กระดาษอะไรก็ได้ ส่วนอีกแบบใช้ขับด้วยการหมุนเดือยที่จับรูกระดาษไว้ กระดาษที่ใช้จึงต้องมีรูแบบ''รกเรียกว่า friction feed แบบหลังเรียกว่า tractor feed

การที่เราต่อเพอริเฟอรัลเหล่านี้ในส่วนการอินเตอร์เฟสเป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นสำคัญ เพราะบางกรณีเพอริเฟอรัลของเรารับข้อมูลแบบขนาน บางแบบรับแบบอนุกรม การต่ออินเตอร์เฟสจึงมีผู้ทำให้สำเร็จแล้วเป็นบอร์ดที่จะนำมาเสียบเข้ากับเมนเฟรมของเราได้

ซอฟต์แวร์สำคัญเพียงไร

ขีดความสามารถของการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์มิได้อยู่ที่ฮาร์ดแวร์แต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ด้วย ดังนั้นการพิจารณาเครื่องจึงต้องมองกันที่ซอฟต์แวร์ด้วยเป็นส่วนหนึ่ง

ซอฟต์แวร์มอนิเตอร์ ในเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดแผงเดียว โปรแกรมการจัดการทำงานของเครื่องเราเรียกว่า *มอนิเตอร์* การจัดการตั้งแต่การอ่านคีย์บอร์ดการแสดงผล ตลอดจนคำสั่งที่เราคีย์สั่งผ่านเข้าไป มอนิเตอร์โปรแกรมจะจัดการทำงานให้เรา

ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวที่เป็นระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้จะมีส่วนหนึ่งเป็นซอฟต์แวร์มอนิเตอร์ ซอฟต์แวร์ส่วนนี้มีไว้สำหรับตรวจสอบการทำงานของเครื่อง เช่นต้องการดูข้อมูลในหน่วยความจำตำแหน่งที่เราต้องการตรวจการทำงานของซีพียูหรือของเพอริเฟอรัล ซึ่งจะทำให้การตรวจข้อเสียหายได้ง่ายและเร็วขึ้นมาก

ซอฟต์แวร์อิดิเตอร์ (Editor) ส่วนของซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะช่วยการป้อนโปรแกรมของเราให้ง่ายขึ้นเช่นมีส่วนของ assembler-editor ซึ่งก็จะเป็นการจัดฟอร์มของภาษาแอสเซมบลี้แล้วเราสามารถป้อนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้ไปโดยตรง ลักษณะการช่วยการป้อนโปรแกรมให้ง่ายเข้าจะอาศัยส่วนของซอฟต์แวร์อิดิเตอร์นี้

ซอฟต์แวร์ DOS DOS เป็นคำย่อมาจาก Disk Operating System เป็นส่วนของการจัดระบบการทำงานที่ดิสค์เข้าไปยุ่งเกี่ยวด้วยโดยปกติซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะเก็บไว้ในจานแม่เหล็ก เมื่อต้องการใช้ก็จะมีการโหลดบางส่วนของโปรแกรมลงไปแล้วให้ซีพียูกระทำตามโปรแกรมที่ว่านี้

DOS จะทำให้ระบบการทำงานของเครื่องมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น

ภาษาชั้นสูง ภาษาชั้นสูงในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือภาษา BASIC ลักษณะการใช้ภาษานี้จะเข้าใจได้ง่าย ใช้ก็ง่ายทำให้มีผู้นิยมใช้กันมาก รายละเอียดของภาษานี้จะได้กล่าวในรายละเอียดโอกาสข้างหน้าต่อไป

ซอฟต์แวร์ที่ประยุกต์ใช้งานเฉพาะอย่าง

ในปัจจุบันผู้ผลิตทางด้านซอฟต์แวร์ได้ผุดขึ้นเป็นดอกเห็ด โปรแกรมที่ใช้ประยุกต์ในงานต่าง ๆ มีมากมายตั้งแต่เกมการประยุกต์ในงานการศึกษา การประยุกต์ในวงงานธุรกิจ โดยปกติอาจขายในรูปของบรรจุในเทปคาสเซตต์ หรืออยู่ในดิสค์ แต่อย่างไรก็ตามซอฟท์แวร์เหล่านี้มักจะมีราคาสูง

ข้อสรุป

การเลือกซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัวมิใช่ของง่าย ผู้ซื้อจำเป็นต้องศึกษาถึงรายละเอียดให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อน บทความนี้เป็นเพียงบทความแนวสรุปเพื่อให้มองเห็นรูปแบบของสิ่งที่ควรจะพิจารณา ในโอกาสต่อไปจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละส่วนเพื่อให้เข้าใจถึงรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ

ศัพท์น่ารู้ในบทความนี้

☐ **ภาษาแอสเซมบลี้** (assembly language) เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ตัวอักษรหรือกลุ่มของตัวอักษรแทนลักษณะคำสั่งของเครื่องที่เป็นตัวเลข "0" หรือ "1" เช่น ADD, LDA

☐ **BASIC** เป็นคำย่อมาจาก Beginners All Purpose Symbolic Instruction Code เป็นภาษาระดับสูงที่ใช้โปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ ลักษณะภาษาเป็นเรื่องที่เข้าใจง่ายและใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษจึงทำให้ประยุกต์ใช้งานได้ง่าย

☐ **บูทสแทรป** (bootstrap) เป็นเทคนิควิธีการในการใช้โปรแกรมส่วนหนึ่งในการสตาร์ทอีกโปรแกรมหนึ่ง เช่น ให้เครื่องคอมพิวเตอร์กระทำโปรแกรมบูทสแทรปในการโหลดโปรแกรมอื่นเข้าไปในเครื่อง

☐ **ไบท์** (byte) เป็นการรวมหลาย ๆ บิทเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มข้อมูล เช่น 8 บิทเป็น 1 ไบท์ 1 ไบท์ อาจจะมีจำนวนบิทเท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับการกำหนด

☐ **ซีอาร์ที** (CRT) เป็นเทอร์มินัลสำหรับคอมพิวเตอร์ในการแสดงผล ตัวซีอาร์ทีก็คือทีวีดี ๆ นี่เอง แต่ใช้สำหรับแสดงผลตัวอักษรหรือรูปภาพ

☐ **ดิสค์** (disk) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ลักษณะเป็นจานแบนคล้ายแผ่นเสียง

☐ **ดัมพ์** (dump) เป็นการเอาตัวเลขไบนารี่จากหน่วยความจำหรือรีจิสเตอร์ส่งมาแสดงผลยังเอาท์พุท

☐ **DOS** มาจาก Disk Operating System เป็นโปรแกรมการจัดการทำงานที่อาจจะเป็นโปรแกรมย่อย ๆ มากมายล้วนแล้วแต่เก็บไว้ที่ดิสค์

☐ **อิดิเตอร์** (editor) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบการเก็บข้อมูลการพิมพ์ การเคลื่อนย้ายข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมได้ง่าย

☐ **อินเตอร์พรีท** (interprete) เป็นขบวนการในการแปลภาษาระดับสูงให้เป็นภาษาเครื่องเพื่อให้เครื่องเข้าใจ

☐ **ไมโครโปรเซสเซอร์** (microprocessor) เป็นไอซีที่มีขนาดจำนวนขามาก ๆ เช่น 40 ขา และตัวไอซีนี้ทำหน้าที่เป็นซีพียูให้กับคอมพิวเตอร์

☐ **บัส** (bus) คือสายสัญญาณที่จะส่งหรือรับข้อมูลระหว่างซีพียูกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยปกติมีจำนวนสายในบัสจำนวนมาก

☐ **มอนิเตอร์** (monitor) เป็นตัวโปรแกรมที่ใช้ในการจัดการทำงานหรือควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ เช่น จัดการแสดงผลของภาคแสดงผล LED

☐ **ฮาร์ดแวร์** (hardware) คือส่วนที่เกี่ยวข้องทางด้านอิเลคทรอนิคส์ การเชื่อมต่อซึ่งจะต้องเข้าใจถึงลักษณะสัญญาณการส่งข้อมูล ฯลฯ

☐ **ซอฟต์แวร์** (software) เป็นเรื่องเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานได้มีประสิทธิภาพดีที่สุด

☐ **เมนเฟรม** (mainframe) หมายถึงแผงหลักที่แผงต่าง ๆ จะมาประกอบร่วมด้วย เมนเฟรมอาจจะมีส่วนของวงจรที่สำคัญบางส่วนอยู่ เช่น ซีพียู หรือ I/O และมีซอคเก็ทที่สามารถนำแผงอื่น ๆ มาประกอบเพื่อขยายการทำงาน

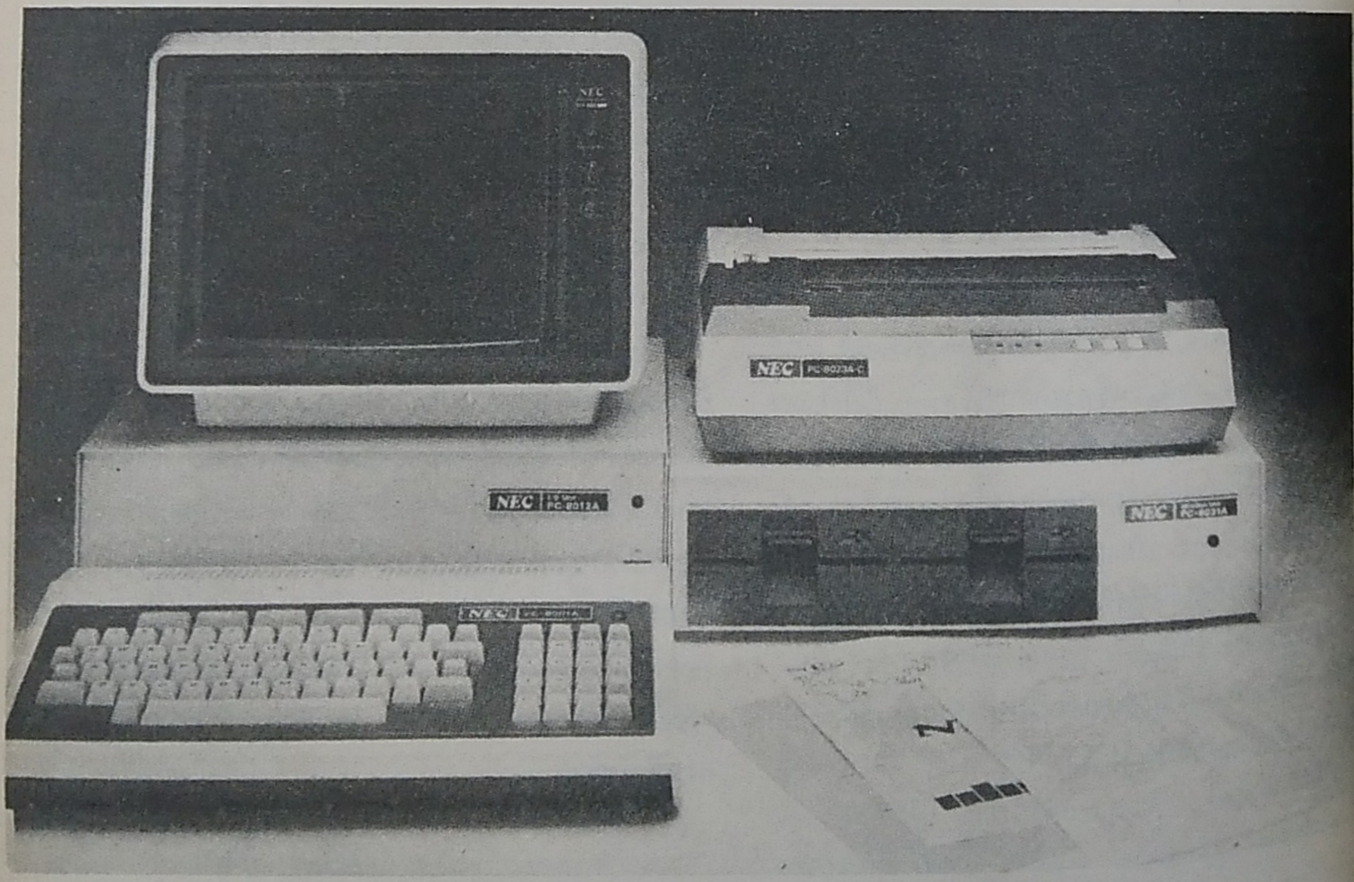
☐ **S100** เป็นมาตรฐานระบบบัสที่มีจำนวนสายทั้งหมด 100 เส้นโดยเรียงกันตามที่กำหนด เพื่อเชื่อมต่อกับส่วนอื่นได้ง่าย เพราะซอคเก็ทของ S100 สามารถใช้แผงที่มีขา S-100 เข้าเสียบได้

☐ **IEEE 488** เป็นมาตรฐานบัสระบบหนึ่งที่กำหนดขึ้นโดยสถาบัน IEEE

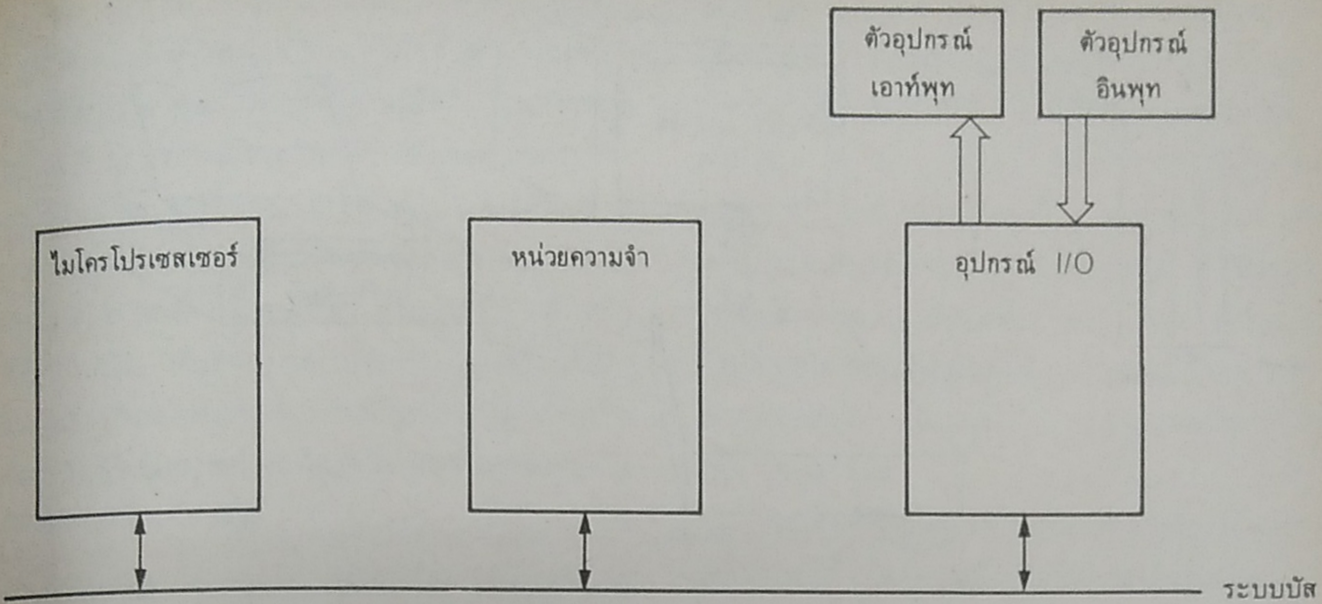
☐ **RS 232** เป็นมาตรฐานระบบการอินเตอร์เฟสข้อมูลระหว่างเพอริเฟอรัลกับซีพียูด้วยระบบส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การเลือกซื้อไมโครคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มระบาดเข้ามาในเมืองไทยมากขึ้น ไม่ว่าจะในวงการใด เรามักจะได้ยินคำว่า *"ไมโครฯ"* (มาจากไมโครคอมพิวเตอร์นั่นเอง) *"ไมโครฯ"* จึงได้เริ่มแพร่หลายและจะแพร่หลายเพิ่มขึ้น จนในไม่ช้าก็จะกลายเป็นแฟชั่น เพราะไม่ว่าอะไรแล้วต้องมีไมโครฯ ด้วย และบางทีผู้นำเอาไมโครฯมาใช้อาจต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายในการจัดหาซื้อมา แต่ใช้งานได้ไม่คุ้มค่าที่ลงทุนเลย บทความนี้จะพยายามให้ข้อคิดที่อาจจะเป็นประโยชน์



รูปที่ 1

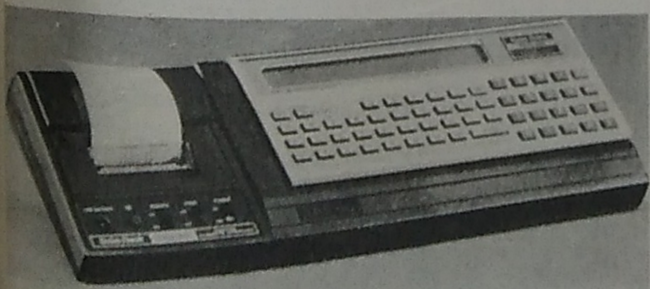


รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป

ไมโครคอมพิวเตอร์ : รายละเอียดที่มากและยากต่อการศึกษาได้หมด

หากพิจารณาระบบไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว ระบบไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องประกอบด้วยส่วนใหญ่ที่ประกอบกันเป็นระบบโดยพอแยกแยะออกเป็นซีพียู (ไมโครโปรเซสเซอร์) หน่วยความจำและอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท การเชื่อมต่อเข้าเป็นระบบจะผ่านทางกลุ่มสายไฟที่เรียกว่า บัส (bus)

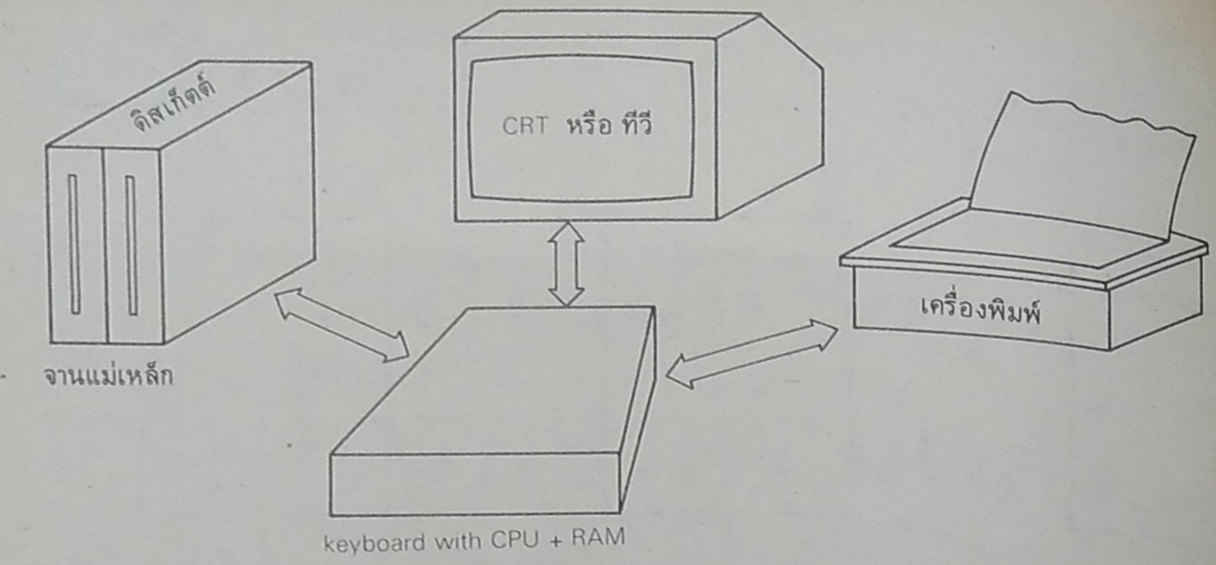
ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นเสมือนหัวใจของระบบไมโครโปรเซสเซอร์ก็คือ ซีพียู (CPU-Central Processing unit) การคำนวณการตัดสินใจ การประมวลผลข้อมูลจะกระทำภายในหน่วยนี้ การทำงานเหล่านี้จะทำงานอย่างรวดเร็วโดยการประมวลผลข้อมูลทางสัญญาณไฟฟ้า โดยปกติซีพียูในระดับไมโครโปรเซสเซอร์มักจะมีขีดความสามารถไล่เลี่ยกัน กล่าวคือ ยากที่จะเปรียบเทียบกันได้ว่าซีพียูไหนดีกว่ากัน และซีพียูก็เป็นเพียงหน่วยเดียวที่อาจเป็นเพียงอุปกรณ์ไอซี (integrated circuit) เพียงตัวเดียว ราคาเพียงไม่กี่ร้อยบาทเท่านั้น ซีพียูในระดับนี้จึงเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูกมากเมื่อเทียบกับระบบที่ใหญ่ขึ้น



รูปที่ 3 ไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กแบบมือถือ

หน่วยความจำ (memory) กลไกในการทำงานของคอมพิวเตอร์ย่อมต้องใช้วิธีการกระทำตามคำสั่งที่วางไว้ คำสั่งที่วางไว้จะรวมเรียกว่า *โปรแกรม* โปรแกรมที่เขียนขึ้นแล้วจักต้องได้รับการป้อนนำเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำเสียก่อน หน่วยความจำจึงทำหน้าที่หลักในการเก็บโปรแกรมคำสั่งและเก็บข้อมูลที่จะนำมาประมวลผล การที่มีหน่วยความจำใหญ่โตขึ้นก็หมายความว่าสามารถบรรจุโปรแกรมและข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลได้มาก หน่วยความจำจะมีหน่วยเป็นกิโลไบท์ หนึ่งกิโลไบท์ก็คือข้อมูลตัวอักษร 1024 ตัวอักษรนั่นเอง โดยปกติหน่วยความจำจะใช้กันในปกติได้ถึง 64 กิโลไบท์ (64 × 1024 ไบท์) หน่วยความจำดังกล่าวนี้จัดได้ว่าเป็นหน่วยความจำหลัก (main memory) ความหมายของหน่วยความจำหลักก็คือเป็นหน่วยความจำที่ซีพียูสามารถนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้ามากระทำได้โดยตรง ดังนั้นส่วนของหน่วยความจำส่วนนี้มีขนาด 64 กิโลไบท์ก็เหลือเฟือต่อการใช้งานขนาดไม่ใหญ่นัก

อุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท (input-output device) ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปอุปกรณ์อินพุทคือส่วนที่คอมพิวเตอร์หรือตัวซีพียูสามารถทำการอ่านข้อมูลเข้าไป



รูปที่ 4 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป

ประมวลผลได้ ส่วนอุปกรณ์เอาท์พุทคือส่วนที่เครื่องคอมพิวเตอร์หรือซีพียูสามารถส่งผลลัพธ์ออกไปให้แสดงผลได้ ในอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทนี้ จึงมีได้หลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบและขนาดของราคาเป็นสำคัญ แต่อย่างไรก็ตาม ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป จะประกอบด้วยคีย์บอร์ด จอซีอาร์ทีหรือทีวี เครื่องพิมพ์ผลลัพธ์ (printer) ดิสเก็ตต์ (diskett) เทปคาสเซตต์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้ในกรณีนี้ส่วนใหญ่จะมีขีดจำกัดในตัวเองอยู่มาก ดังนั้นการพิจารณาจะต้องพิจารณาดูให้ละเอียดถี่ถ้วนด้วย

ข้อพิจารณาที่อุปกรณ์ประกอบพ่วง

คีย์บอร์ด + ซีพียู + หน่วยความจำ + จอทีวี ไมโครคอมพิวเตอร์ที่เป็นระบบเล็กที่สุดที่จะทำงานได้ต้องประกอบด้วยส่วนป้อนข้อมูลอินพุท และส่วนแสดงผลเอาท์พุท อุปกรณ์เหล่านี้จึงทำประกอบให้กะทัดรัดและเพื่อลดต้นทุนการผลิตด้วย ดังนั้นจึงประกอบรวมกันอยู่ในตัวเดียวเพื่อความกะทัดรัด โดยปกติคีย์บอร์ด + ซีพียู + หน่วยความจำ และอาจมีส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูปที่เก็บไว้ใน ROM เช่น โปรแกรมตัวแปรภาษาเบสิค เป็นต้น ขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ในรูปแบบเช่นว่านี้จะอยู่ที่จำนวนหน่วยความจำที่เขียนอ่านได้หรือ RAM กล่าวคือ ถ้ามี RAM มากก็ทำให้เครื่องสามารถทำงานที่โปรแกรมขนาดใหญ่ได้มากขึ้น และที่สำคัญที่ทำให้เครื่องทำงานในภาษาขั้นสูงได้ดี ก็คือ ROM BASIC หากว่า ROM basic มีขนาดใหญ่ก็คือ โปรแกรมแปลภาษา BASIC มีขนาดใหญ่ก็ทำให้ขีดความสามารถในการทำงานได้ดี สามารถคำนวณบวกลบคูณหารหรือทำฟังก์ชันต่าง ๆ ด้วยตัวเลขจำนวนหลักมากขึ้น เป็นต้น

ข้อพิจารณาอย่างอื่นเพิ่มเติมคือ การขยายระบบทำได้ยากง่ายเพียงไร บางรุ่น บางแบบ การขยายระบบเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสิ้นเปลืองมาก บางเครื่องก็ขยายไม่ได้เลย ข้อพิจารณาเพิ่มเติม คือ สามารถพ่วงต่อ หรือทำงานร่วมกับอุปกรณ์อย่างอื่นได้เพียงใด เช่นต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์ได้หรือไม่ ต่อเข้ากับเทปคาสเซตต์ได้หรือไม่ มีความยากในการต่อเพียงไร ต่อกับระบบดิสเก็ตต์ได้หรือไม่ เป็นต้น การต่อเข้ากับมอนิเตอร์ทีวี หรือทีวีธรรมดาต่ออย่างไร และมีความยุ่งยากในการต่อเพียงไร เพราะบางเครื่องสามารถต่อเข้ากับทีวีผ่านทางสายอากาศ บางเครื่องต่อกับทีวีผ่านทางจุดทางเข้าของสัญญาณวิดีโอ เป็นต้น

ซีอาร์ที หรือ ทีวี การแสดงผลในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมและสะดวกรวดเร็วอย่างหนึ่งคือ แสดงผลออกมาทางจอระบบ การแสดงผลในกรณีนี้อาจแสดงผลออกมาเป็นตัวหนังสือโดยตรง หรือเป็นรูปภาพ เป็นกราฟ ขนาดของตัวหนังสือเล็กใหญ่เพียงไร

ในซีอาร์ทีที่ใช้งานมาก และเป็นเวลานาน ภาพตัวหนังสือที่ปรากฏจะนิ่งและคมชัดดูได้ง่าย อ่านตัวหนังสือ

สบายตา ซีอาร์ที่มีราคาแพงมักให้ข้อดีในรายละเอียดเหล่านี้

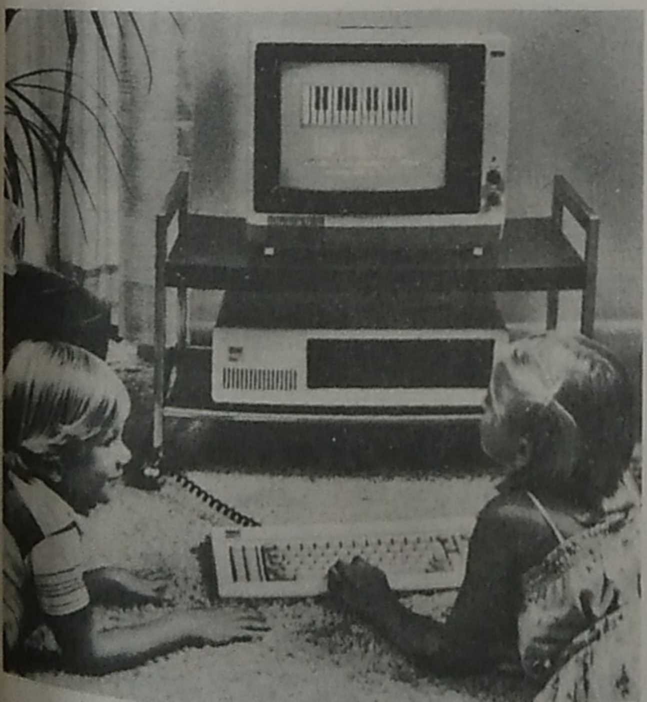
การแสดงตัวหนังสือบนภาพจะแสดงออกเป็นจำนวนบรรทัด ตามระบบมาตรฐานมีได้ถึง 24 บรรทัด ๆ ละ 80 ตัวอักษร แต่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกมักทำได้ในลักษณะตัวอักษรโตขึ้น ดังนั้นจึงได้จำนวนบรรทัดภาพน้อยลงและตัวอักษรต่อภาพก็พลอยน้อยลงตามไปด้วย นอกจากนี้ข้อพิจารณาเกี่ยวกับซีอาร์ที หรือ ทีวีมอนิเตอร์ ก็คือขีดความสามารถของซอฟต์แวร์ที่จะช่วยในการป้อนโปรแกรม กล่าวคือ เมื่อพิมพ์ผิดหรือต้องการแก้ไขข้อความที่พิมพ์แล้วมีความรวดเร็วและยากง่ายต่อการจัดการเพียงไร

ดิสเก็ตต์ ในบางครั้งเราก็เรียกว่า ฟลอบปี้ดิสค์ (floppy disk) อุปกรณ์ตัวนี้จะมีราคาแพงมากที่สุดในระบบดิสเก็ตต์ คือ อุปกรณ์ที่ช่วยในการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก เป็นตัวเก็บทั้งโปรแกรมและข้อมูลไว้ได้นาน ๆ ดังนั้นในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีดิสเก็ตต์จึงมักจะเก็บโปรแกรมที่สำคัญในการควบคุมการทำงานไว้ภายในในไมโครคอมพิวเตอร์ที่ต่อเข้ากับดิสเก็ตต์ได้จำเป็นต้องอาศัยระบบทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของดิสเก็ตต์ด้วย ดังนั้นจึงต้องเพิ่มส่วนฮาร์ดแวร์ส่วนนี้เข้าไปด้วย

ในดิสเก็ตต์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีสองขนาดคือ ขนาด 8 นิ้ว กับขนาด 5 นิ้ว ขนาด 8 นิ้ว จะมีส่วนการเก็บข้อมูลได้ 78 แทรค แต่ละแทรคมีโครงสร้างแบ่งเป็นเซคเตอร์ได้ 26 เซคเตอร์ และในหนึ่งเซคเตอร์จะเก็บข้อมูลได้ 128 ไบท์นั่นคือในดิสเก็ตต์ 8 นิ้วหนึ่งแผ่นจะเก็บข้อมูลได้เท่ากับ 128 × 26 × 78 ไบท์นั่นเอง สำหรับดิสเก็ตต์ขนาด 5 นิ้ว จะมี 40 แทรค ๆ ละ 16 เซคเตอร์ และแต่ละเซคเตอร์ก็เก็บข้อมูลได้ 128 ไบท์เช่นกัน ดังนั้นข้อมูลทั้งหมดในหนึ่งแผ่นจึงมีค่าเท่ากับ 128 × 16 × 40 ไบท์ การเก็บข้อมูลในดิสเก็ตต์นั้นผู้ใช้สามารถทำได้ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิคได้ และสามารถเรียกหาและค้นหาข้อมูลได้ง่าย

ดิสเก็ตต์ที่ใช้อาจจะใช้เพียงแค่ตัวเดียวหรือเป็นคู่ แต่ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กนี้สามารถต่อเข้ากับดิสเก็ตต์ได้ถึง 4 ตัว หรือ 2 คู่

เครื่องพิมพ์ เครื่องพิมพ์เป็นทางออกของข้อมูลที่สามารถเก็บไว้ได้นาน และสามารถให้พิมพ์ผลลัพธ์เพื่อใช้ประโยชน์ตามต้องการ เช่น พิมพ์ใบเสร็จ พิมพ์รายชื่อ ฯลฯ เครื่องพิมพ์เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงตัวหนึ่ง (เครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ได้เร็วและสามารถใช้ได้ทนทาน) ในเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์มีหลายแบบหลายรุ่นให้เลือกได้มากมาย เครื่องพิมพ์แบบดอทเมตริกซ์เป็นเครื่องพิมพ์ที่แพร่หลายสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์มากที่สุด ในปัจจุบันบางบริษัทสามารถดัดแปลงให้พิมพ์รูปภาพหรือตัวหนังสือไทยได้ ราคาของเครื่องพิมพ์จะแปรตาม



รูปที่ 5 การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเล่นเกมในบ้าน



รูปที่ 6 เวิร์คโปรเซสซิงเครื่องพิมพ์ดีดอัตโนมัติในสำนักงาน

ความเร็วในการพิมพ์ด้วย เครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ได้เร็วจะมีราคาแพงกว่าเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ได้ช้ากว่า

รูปร่างกับผู้จัดจำหน่าย

ในการซื้อไมโครคอมพิวเตอร์ยังต้องพิจารณาดูรูปร่างด้วยเป็นประการสำคัญ ปัจจุบันมีไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทำเลียนแบบบางยี่ห้อ โดยใช้วงจรและระบบซอฟต์แวร์เหมือนกัน แต่คุณภาพบางประการอาจต่ำกว่า ทำให้ประสบปัญหาต่อผู้ใช้เป็นอย่างมาก ดังนั้น ในแง่ของผู้ใช้จึงมักต้องดูด้วยประการหนึ่ง นอกจากนี้การบริหารหลังการขายก็เป็นเรื่องที่น่าจะนำมาเป็นข้อพิจารณาด้วย ทั้งนี้เพราะหากเกิดปัญหาขึ้นแล้ว บางครั้งจะยากต่อการซ่อมแก้ไข เพราะรายละเอียดของวงจรและอะไหล่หาไม่ได้ทำให้เครื่องเหมือนกับเศษขยะไปในทันที การบริการโดยบริษัทผู้ขายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง และในทำนองเดียวกันควรพิจารณาค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาด้วย เพราะการบำรุงรักษานั้นเป็นค่าใช้จ่ายที่จะตามมาภายหลัง ซึ่งอาจจะมีได้มากถ้าหากระบบมีความเชื่อถือได้ไม่สูงมากนัก

ระบบซอฟต์แวร์

การเลือกเครื่องเป็นระบบจำต้องพิจารณาขีดความสามารถทางระบบซอฟต์แวร์ด้วย ซอฟต์แวร์ในความหมายคือโปรแกรม ซึ่งรวมถึงโปรแกรมควบคุมระบบในปัจจุบัน โปรแกรมควบคุมระบบหรือ OS (Operating system) มีความสำคัญเพราะเป็นตัวที่จะทำให้ขีดความสามารถของเครื่องมีมากน้อยเพียงไร OS ที่แพร่หลายมีเพียงไม่กี่แบบเท่านั้น เช่น ไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิท ที่ใช้ซีพียู 8080 หรือ Z80 จะใช้ CP/M เป็นซอฟต์แวร์ที่แพร่หลายมากระบบหนึ่ง RDOS ก็เช่นกันเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยบริษัทเรดิโอแฮค ทั้ง CP/M และ RDOS จะทำงานในระบบ โดยมีโปรแกรมที่ทำงานร่วมได้อีกมากมาย เช่น โปรแกรมแปลภาษาเบสิค โปรแกรมคอมพลายภาษาชั้นสูงต่าง ๆ เช่น ฟอร์แทรน โคบอล และโปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ อีกมากมาย

ในเครื่องที่ใช้ซีพียู 6502 เช่น APPLE II จะมีระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ควบคุมระบบการทำงานเช่น APPLE SOFT โดยปกติระบบซอฟต์แวร์ที่มีผู้ใช้กันมากมีข้อดีในเรื่องของโปรแกรมประยุกต์ หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่จะมีผู้เขียนขึ้นมาภายหลังเป็นไปได้มาก การหาโปรแกรมประยุกต์ก็จะง่ายขึ้น หรืออาจพิจารณาเลยไปว่า ทำอย่างไรจึงจะได้โปรแกรมประยุกต์ที่เหมาะสมกับงานได้ บริษัทผู้ขายมีคนเขียนซอฟต์แวร์ให้หรือไม่ ราคาเป็นอย่างไร

ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานพิเศษ

มีไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ได้รับการออกแบบมาใช้งานพิเศษบางอย่างเช่น ใช้ในเครื่องพิมพ์ดีดอัตโนมัติ (word processing) ใช้ในเครื่องใช้สำนักงานบางประเภท ใช้เป็นตัวเก็บข้อมูล (ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้รับออกแบบมาเป็นพิเศษในการทำระบบไฟล์) การเลือกหาไมโคร-คอมพิวเตอร์จึงขึ้นอยู่กับความจำเป็น นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องคำนวณที่โปรแกรมได้ เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่อาจจะอยู่ในมือถือได้เป็นต้น

อนาคตที่ต้องมองถึง

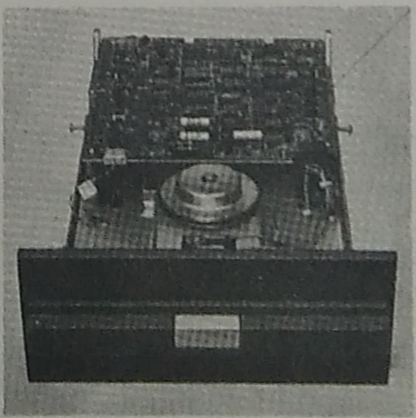
การจัดซื้อไมโครคอมพิวเตอร์นั้น มิง่ายเหมือนการเดินหาซื้อเครื่องเสียงหรือทีวี เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงได้เร็ว ราคาของคอมพิวเตอร์เมื่อเทียบกับขีดความสามารถจึงมักจะมีราคาถูกลง การพิจารณาถึงอนาคตในการขยายระบบก็ดี ดูโมเดลที่ใหม่และมีแนวโน้มที่ดีก็ดี มีผู้ใช้จำนวนมาก เพื่อหวังพึ่งใช้ระบบซอฟต์แวร์ในอนาคตก็ดี ล้วนแล้วแต่เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาทั้งสิ้น บทความนี้เป็นเพียงรายละเอียดข้อมูลเบื้องต้น หากท่านจะซื้อไมโครก็ควรจะดูรายละเอียดเพิ่มเติมเท่าที่หาได้ก่อนการตัดสินใจ และหากซื้อแล้วพบปัญหาก็พยายามแก้ดู ถ้าปัญหาใดแก้ไขไม่ได้ก็อย่าได้คิดอะไรมาก คิดเสียว่าเป็นการซื้อมาเพื่อพัฒนาบุคคลทางด้านคอมพิวเตอร์ก็แล้วกัน

ฟลอบปี้ดิสค์

ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนใหญ่มีขอบเขตในการอ้างแอดเดรสไปยังหน่วยความจำที่เป็น RAM หรือ ROM ได้จำกัดเช่น 8080 หรือ Z80 มีความสามารถในการอ้างแอดเดรสโดยตรงได้เพียง 64 กิโลไบท์ แต่ถ้าต้องการเพิ่ม RAM ให้มากกว่า 64 กิโลไบท์ก็ทำได้แต่ต้องใช้เทคนิคทั้งทางซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ยุ่งยากขึ้น มีระบบการจัดโครงสร้าง หน่วยความจำหรือระบบการบริหารหน่วยความจำใหม่ (memory management) ถ้ามองในแง่การใช้งานของไมโคร-คอมพิวเตอร์ทั่วไป หน่วยความจำหลักขนาด 64 กิโลไบท์ก็มีขนาดใหญ่พอเพียงสำหรับบรรจุโปรแกรมสั่งงานไมโครโปรเซสเซอร์ ในกรณีที่ต้องการใช้หน่วยความจำมากกว่านี้มักจะใช้ในกรณีเก็บข้อมูลที่มิใช่ตัวโปรแกรมเช่นระบบไฟล์ (file) ข้อมูลรายชื่อลูกค้า ข้อมูลรายละเอียดงบบัญชีการเงิน ข้อมูลรายชื่อลูกหนี้เจ้าหนี้ ซึ่งข้อมูลจำนวนมากเหล่านี้จะได้รับการนำเข้าไปประมวลผลทีละส่วนมิได้โหลดลงใน RAM หมด และถ้าพิจารณาจะเห็นว่า RAM เป็นหน่วยความจำชนิดโวลาไทล์ กล่าวคือเมื่อไฟเลี้ยงวงจรดับข้อมูลหรือตัวโปรแกรมที่เก็บไว้ก็จะหายไปหมดสิ้น ดังนั้นถ้าเราต้องการเก็บส่วนของโปรแกรมไว้และพร้อมที่จะมาใช้ได้ทุกเมื่อเราต้องเก็บไว้ในหน่วยความจำชนิดนอนโวลาไทล์ ข้อมูลชนิดนอนโวลาไทล์ที่ใช้ในปัจจุบันที่มีราคาไม่สูง เมื่อเทียบกับ RAM เห็นจะได้แก่หน่วยความจำที่ทำจากสารแม่เหล็ก เช่น เทปดิสค์ ฯลฯ

เปรียบเทียบหน่วยความจำที่ทำจากสารแม่เหล็ก

ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปหน่วยความจำทุติยภูมิ หรือหน่วยความจำรองที่มักจะเป็นหน่วยความจำที่ทำจากสารแม่เหล็ก หน่วยความจำเหล่านี้ได้แก่เทปคาสเซตต์ ฟลอบปี้ดิสค์ (floppy disk) ฯลฯ เทปคาสเซตต์เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่มีราคาถูกเพียงม้วนละไม่กี่บาทก็เก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก ข้อมูลที่เก็บได้จึงขึ้นอยู่กับความยาวของม้วนเทป ตารางที่ 1 เป็นตา



รูปที่ 1 ฟลอบปี้ดิสค์ไดร์ฟ

ตารางที่ 1 เป็นตารางเปรียบเทียบหน่วยความจำชนิดสารแม่เหล็กต่าง ๆ

ข้อมูลทางเทคนิค	จานแม่เหล็ก หรือ ดิสค์แบบคาร์ทริดจ์ (IBM2315)	จานแม่เหล็ก แบบ ฟลอบปี้ดิสค์	ดิจิตอล คาสเซตต์	เทปคาสเซตต์ ธรรมดา	หน่วย
ปริมาณข้อมูลที่เก็บต่อหน่วย	48	3	6	0.84	ล้านบิท (ยังไม่ฟอร์แมท)
ช่วงเวลาเขียนอ่านโดยเฉลี่ย	0.035	0.45	20	120	วินาที
อัตราการถ่ายเทข้อมูล	2,500	250	10	0.3	กิโลบิทต่อวินาที
ราคารวมทั้งส่วนฮาร์ดแวร์ในการขับ	8,000	1500	1000	100	ดอลล่าร์
ราคาต่ออัตราการถ่ายเทข้อมูล	0.32	0.6	10	33	เซนต์ต่อบิทต่อวินาที
ราคาต่อหน่วยข้อมูล	0.016	0.05	0.016	0.012	เซนต์ต่อบิท
ราคาแผ่นจานแม่เหล็ก	100	8	4	4	ดอลล่าร์สหรัฐ
ราคาต่อหน่วยที่เก็บ	1.7	2.2	0.55	3.9	เซนต์ต่อกิโลไบท์

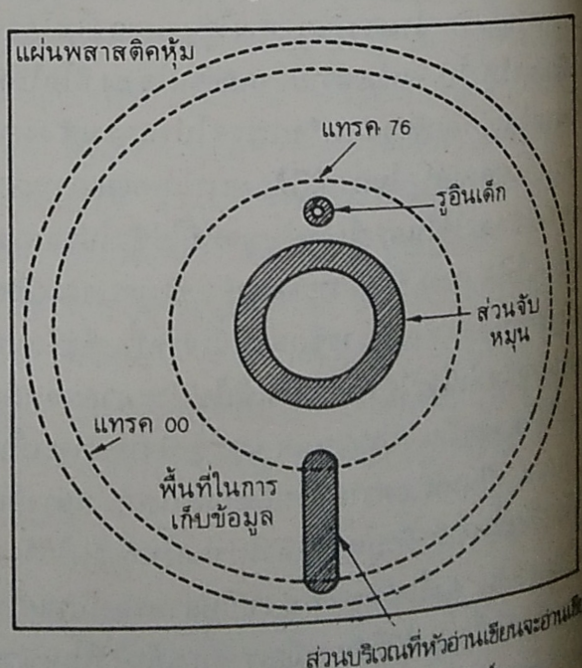
รางเปรียบเทียบหน่วยความจำชนิดสารแม่เหล็กต่าง ๆ

จากตารางที่เปรียบเทียบลักษณะการเก็บข้อมูลแบบต่าง ๆ จะเห็นได้จากตารางสุดท้ายคือ ราคาแผ่นจานแม่เหล็กของฟลอบปี้ดิสค์ตกประมาณไม่เกิน 200 บาท (ในเมืองไทย) และพิจารณาช่วงเวลาของการอ่านเขียน จะเห็นว่าฟลอบปี้ดิสค์มีช่วงเวลาในการอ่านได้รองจากดิสค์ใหญ่ และการถ่ายเทข้อมูลก็ได้รวดเร็วกว่าเทปมาก ราคาเครื่องทั้งระบบของฟลอบปี้ดิสค์ก็อยู่ในช่วงที่ใช้ได้เหมาะสมกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

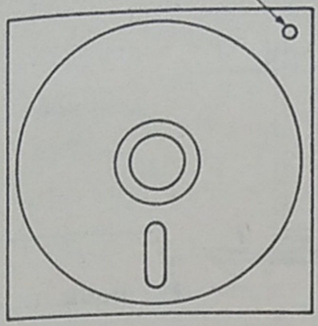
จุดเริ่มต้นของฟลอบปี้ดิสค์

ฟลอบปี้ดิสค์มีจุดเริ่มต้นจากห้องทดลองของบริษัทไอบีเอ็ม โดยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลในแผ่นจานแม่เหล็กขนาดเล็กในกลางปี พ.ศ.2503 โดยบริษัทไอบีเอ็มต้องการทำแผ่นจานแม่เหล็กขนาดเล็กไว้สำหรับเก็บโปรแกรมจำพวกไมโครโปรแกรม ไว้สำหรับป้อนให้กับระบบในการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM370 และต่อมาก็เป็นตัวเพอริเฟอรัลที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 370

ต่อมาในปี พ.ศ.2516 ไอบีเอ็มได้ออกแบบเครื่องเตรียมข้อมูลที่เรียกว่า data entry ซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องเจาะบัตร แต่ไม่ต้องใช้บัตร ข้อมูลต่าง ๆ นั้นจะเก็บไว้ในจานแม่เหล็กขนาดเล็กนี้แทนโดยจานแม่เหล็ก 1 แผ่นจะแทนบัตรข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้ถึง 3,000 บัตร



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างของแผ่นดิสค์

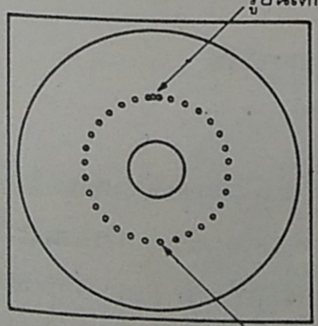


รูปที่ 3 ในกรณีที่รูปนี้ถูกปรุออกจะทำให้การเขียนข้อมูลลงบนแผ่นไม่ได้

ไอบีเอ็มได้คาดการณ์ล่วงหน้าว่า แผ่นจานแม่เหล็กขนาดเล็กนี้จะได้รับการนิยมแทนที่บัตรกระดาษจึงได้สร้างฟลอบปี้ดิสค์โดยใช้ชื่อโมเดล IBM3740 และเริ่มต้นแพร่หลาย ครั้นยุคสมัยของไมโครคอมพิวเตอร์ได้รุ่งเรืองขึ้น ฟลอบปี้ดิสค์จึงเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งที่ทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นระบบสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

โครงสร้างของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์

แผ่นฟลอบปี้ดิสค์มีลักษณะรูปโครงเหมือนกับแผ่นเสียง ขนาดของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์เป็นแผ่นกลมบางบรรจุอยู่ในซองพลาสติกสี่เหลี่ยมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่นิยมมากมีขนาด 7.8 นิ้ว (19.8 ซม.) โดยมีรูตรงกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว และในเนื้อแผ่นดิสค์ยังมีรูเล็ก ๆ อีกรูหนึ่งเส้นผ่านศูนย์กลางของรูขนาด 0.01 นิ้ว ที่เรียกว่า index hole หรือ *อินเด็ก* รูนี้มีไว้สำหรับทำหน้าที่ซิง-



รูปที่ 4 ในปัจจุบันมีดิสค์บางแบบใช้รูในการบอกเซคเตอร์ที่เรียกว่าฮาร์ดเซคเตอร์

โครนัส หรือตรวจสอบตำแหน่งการหมุน ข้อมูลคอม-พิวเตอร์จะเก็บไว้ที่ผิวของแผ่น ซึ่งเป็นผิวที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก เช่นเดียวกับเทป ส่วนของผิวจะต้องหลีกเลี่ยงต่อสิ่งสกปรกทั้งปวงไม่ว่าจะเป็นฝุ่นผงหรือไขมันจากรอยนิ้วมือ ดังนั้นแผ่นดิสค์จึงบรรจุไว้ในซองพลาสติกโดยเปิดตรงส่วนบริเวณที่หัวอ่านจะอ่านได้ และส่วนของรูที่จะใช้ในการซิงโครนัสเท่านั้น

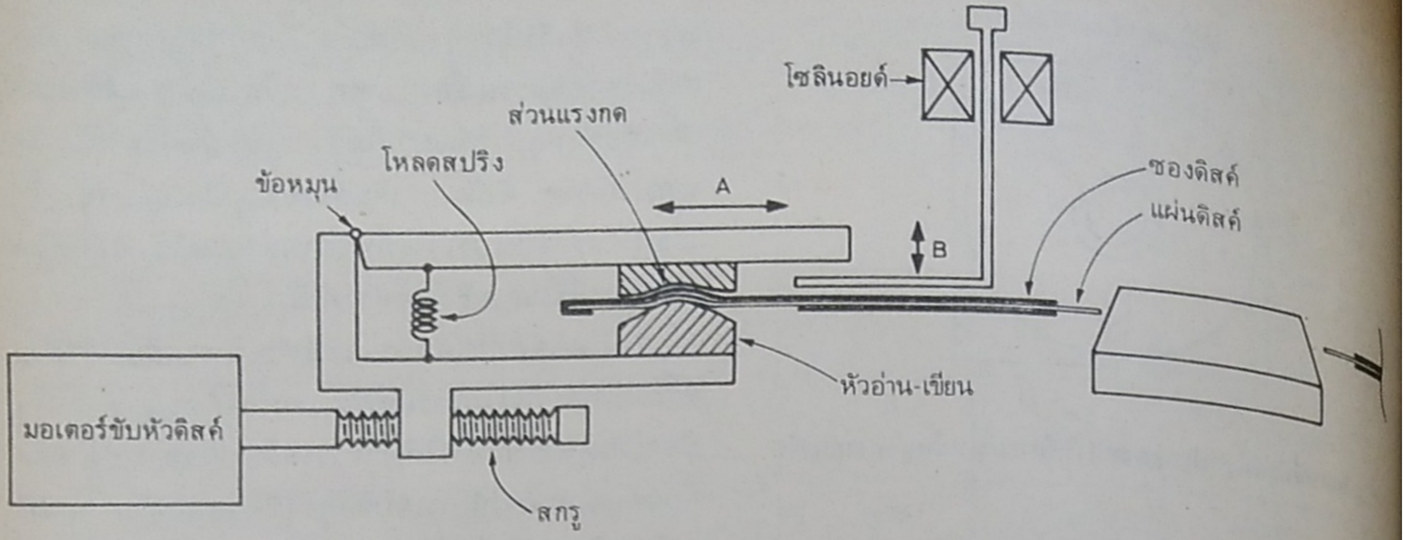
แผ่นดิสค์ที่ใช้กันมากจะมีส่วนการเคลือบผิวด้วยสารแม่เหล็กที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพียงด้านเดียว แต่ในปัจจุบันหลายบริษัทได้ทำการเคลือบผิวสารแม่เหล็กสองด้านและทำให้การเก็บข้อมูลได้ทั้งสองหน้า ทำให้การเก็บข้อมูลเก็บได้เป็น 2 เท่า

แผ่นดิสค์ยังมีส่วนที่ใช้ป้องกันการเขียนข้อมูลลงไป โดยในกรณีที่ข้อมูลที่เราเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็กมีความสำคัญ โดยจะใช้สำหรับในกรณีที่อ่านได้อย่างเดียว ในกรณีนี้ตรงส่วนมุมของซองพลาสติก จะมีรอยปรุรูไว้ 1 รู ถ้ารูนี้ได้รับการแกะให้ทะลุ เมื่อเอาไปใช้ ส่วนขับวงจรดิสค์จะตรวจสอบและทำให้การเขียนข้อมูลลงบนแผ่นไม่ได้

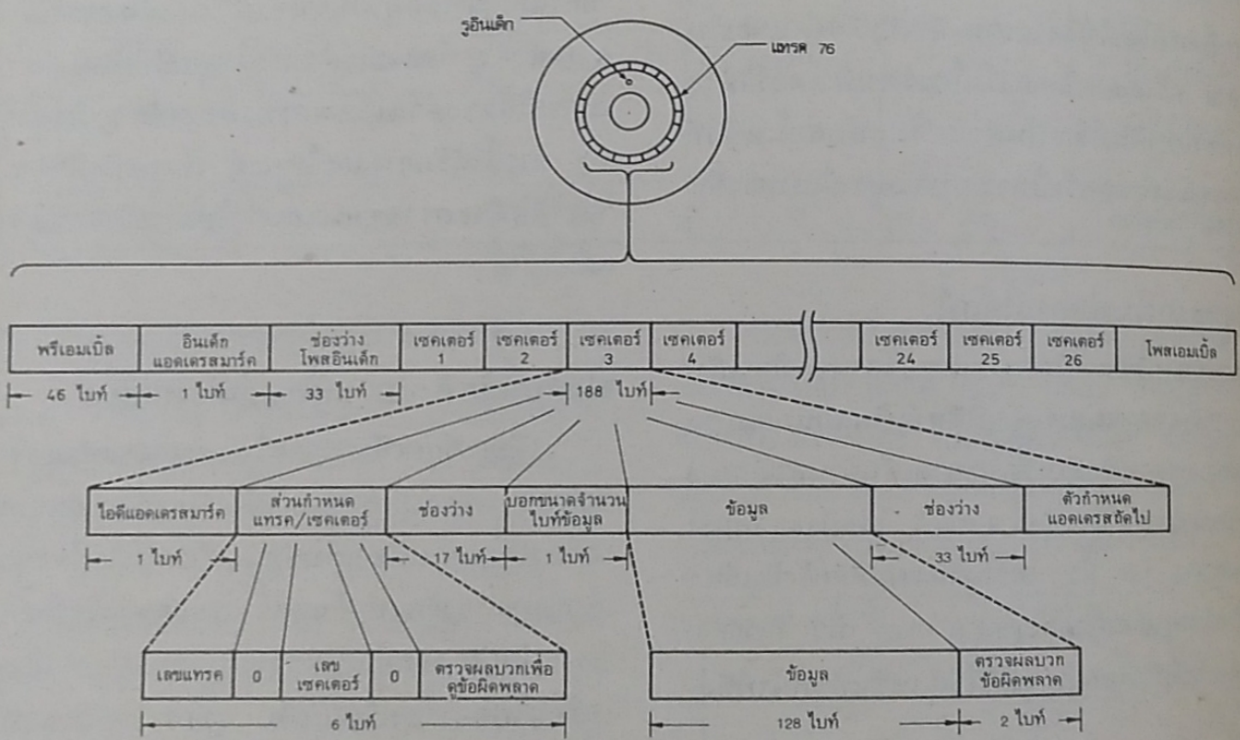
ฟลอบปี้ดิสค์ VS. เครื่องเล่นแผ่นเสียง

เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องเล่นแผ่นเสียง การเก็บข้อมูลของฟลอบปี้ดิสค์แตกต่างกับเครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องเล่นแผ่นเสียงเก็บข้อมูลเรียงกันไปโดยส่วนการเก็บข้อมูลเรียงกันแบบก้นหอย โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของแผ่นเสียงจะทำเป็นร่องเรียงกันไป หัวปิคอัพจะเคลื่อนไปตามร่องเรียงกันไป แต่กรณีของฟลอบปี้ดิสค์ข้อมูลที่เก็บจะแบ่งออกเป็นแทรคแต่ละแทรคเสมือนกับเทปที่ม้วนเป็นวงกลม การอ่านข้อมูลในหัวปิคอัพจะอยู่กับที่ แล้วแผ่นจานเสียงหมุน การเคลื่อนที่ในร่องทำให้หัวเคลื่อนที่ได้ แต่กรณีของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์หัวอ่าน/เขียนจะเคลื่อนที่จากแทรคหนึ่งไปยังอีกแทรคหนึ่งได้ทันที ข้อมูลที่เก็บมีความหนาแน่น 3,200 บิทต่อนิ้ว และความหนาแน่นได้ 48 แทรคต่อความกว้าง 1 นิ้ว

การหมุนของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์จะได้รับการขับด้วยเซอร์โวมอเตอร์ หรือซิงโครนัสมอเตอร์ ด้วยความเร็วคงที่ 360 รอบต่อนาที การหมุนของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์จะหมุนตลอดเวลาไม่ว่าจะมีการเขียน/อ่านหรือไม่



รูปที่ 5 ไดอะแกรมทางกลแสดงการเขียน/อ่าน

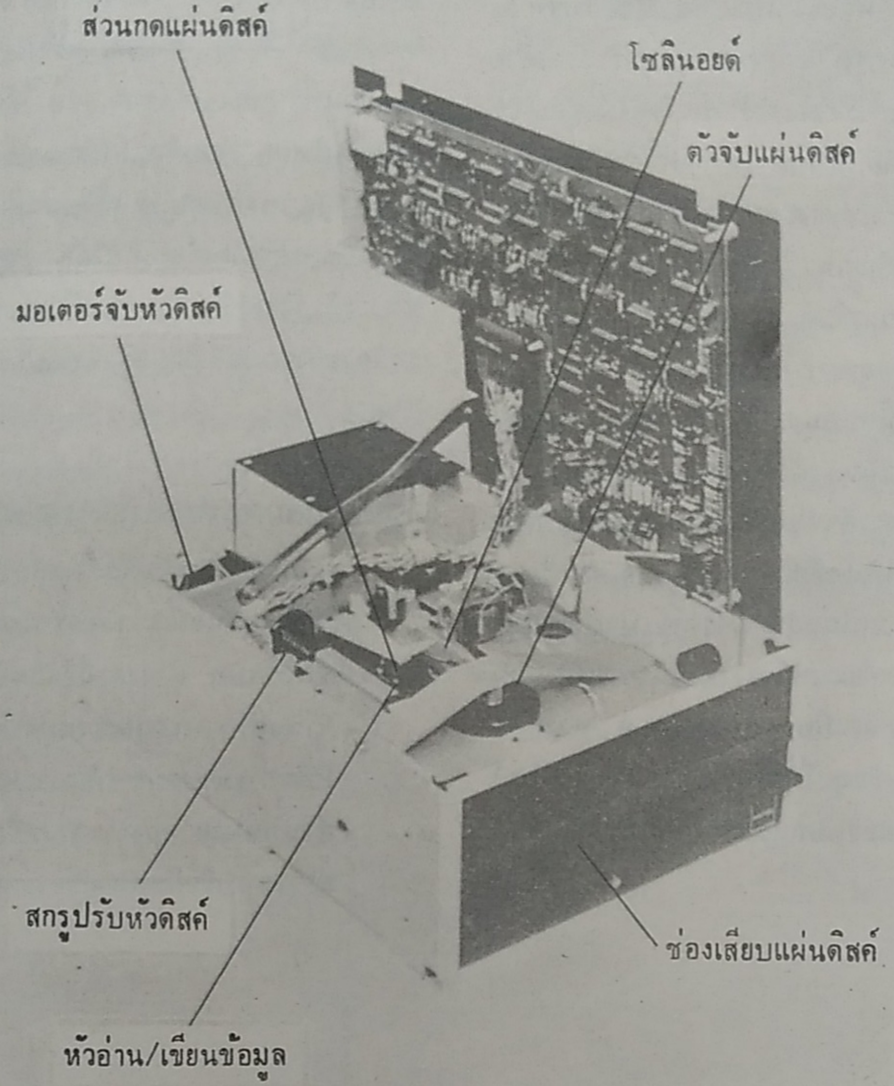


รูปที่ 6 การจัดฟอร์แมทให้กับดิสค์ตามมาตรฐานฟอร์แมทของบริษัท ไอบีเอ็มการจัดฟอร์แมทลักษณะนี้เรียกว่าซอฟต์เซคเตอร์

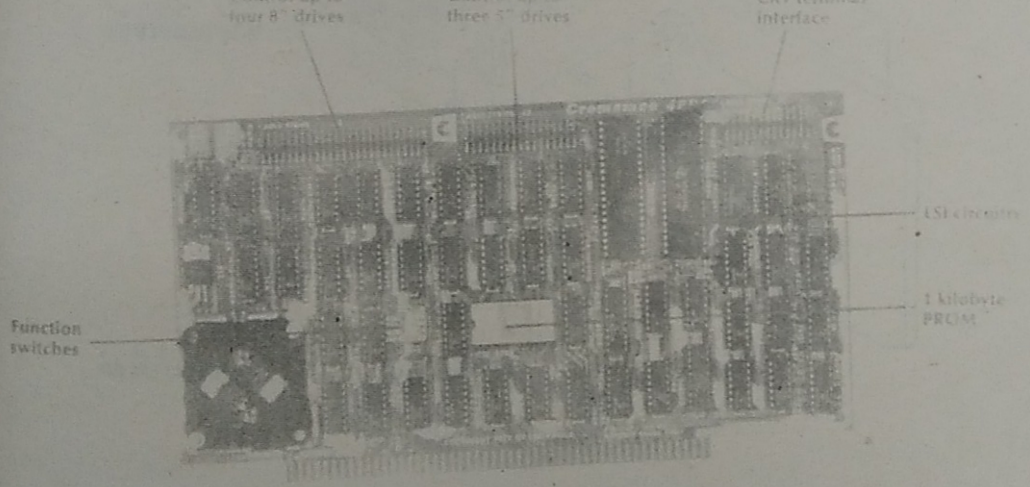
การเขียน/อ่านข้อมูล

เมื่อเสียบแผ่นดิสค์เข้าในตัวขับ (disk driver) ส่วนของตัวจับจะจับแผ่นดิสค์หมุนทันที การหมุนของแผ่นจะหมุนภายในซองพลาสติก

ในการเขียน/อ่านนั้นจะต้องมีการเลือกว่าจะอ่าน/เขียนที่แทรคใดโดยการควบคุมที่มอเตอร์จับหัวดิสค์ มอเตอร์ชนิดนี้มักจะเป็นสเตปปิ้งมอเตอร์ เคลื่อนที่เป็นสเตปตามจังหวะพัลซ์ในแนว A การอ่านจะเกิดขึ้นได้เมื่อส่วนโซลินอยด์ เคลื่อนที่ลงทางแนว B ปล่อยแรงกดลงบนหัวอ่าน ระยะห่างระหว่างแทรคจะมีค่าเท่ากับ 0.051 ซม. หรือประมาณ 0.0213 นิ้ว (ไอบีเอ็มฟอร์แมท) ดังนั้นถ้าริมนอกสุดเป็นแทรค 00 แทรค ที่เท่าไรสเตปปิ้งมอเตอร์ก็จะหมุนไปเป็นระยะทางที่ต้องการ



รูปที่ 7 แสดงรูปของจริงของฟลอบปี้ดิสค์ให้เห็นโครงสร้างภายใน



รูปที่ 8 แผงวงจรควบคุมฟลอบปี้ดิสค์ที่เป็นระบบบัส S100 ของบริษัทโครเมมโค

การจัดโครงสร้างสำหรับการเก็บข้อมูล

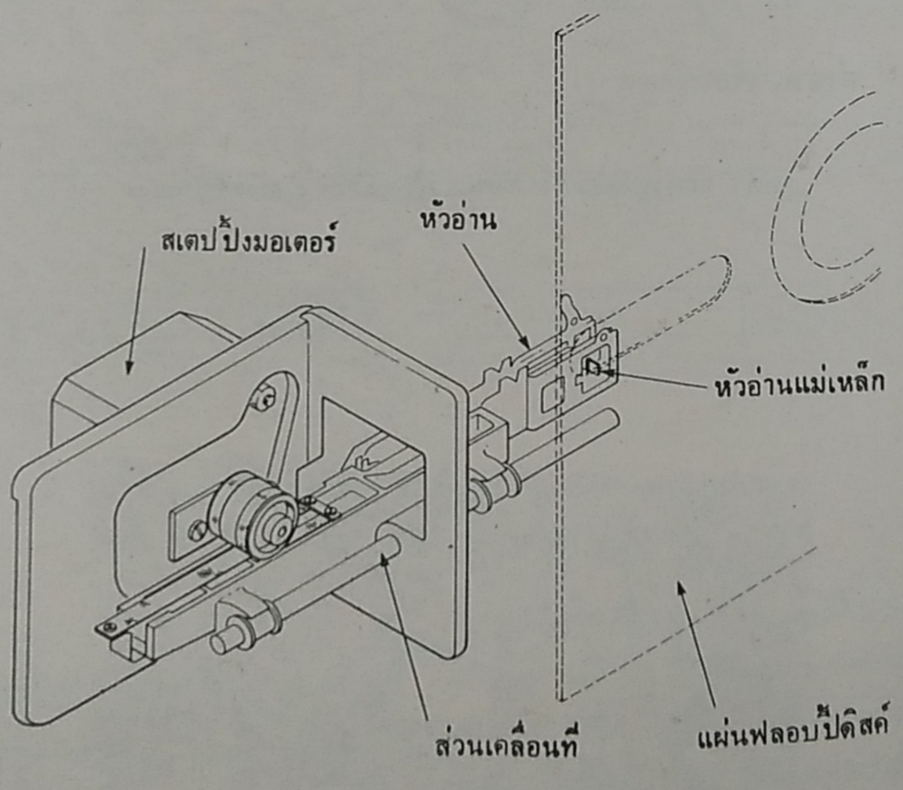
ในฟลอบปี้ดิสค์หนึ่งแผ่นประกอบด้วยแทรค 00 จนถึงรวมทั้งสิ้น 76 แทรค แต่ละแทรคจะประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลย่อย ๆ เรียกว่า *เซคเตอร์* การจัดแบ่งเซคเตอร์ทำได้ 2 แบบด้วยกันคือ แบบฮาร์ดเซคเตอร์และซอฟต์เซคเตอร์ ส่วนของฮาร์ดเซคเตอร์จะแยกพื้นที่ของเนื้อดิสค์แต่ละแทรคด้วยรูที่อยู่บนเนื้อดิสค์ เมื่อแผ่นดิสค์หมุนก็จะดีเทคและนับจำนวนรูไปด้วย ทำให้การเขียนและอ่านข้อมูลในเซคเตอร์ใดของแทรคใดเป็นไปได้ ส่วนกรณีของซอฟต์เซคเตอร์นั้นก่อนการใช้แผ่นดิสค์จะต้องนำแผ่นดิสค์ที่ซื้อมาใหม่นั้นมาจัดฟอร์แมทให้กับมันก่อน การจัดฟอร์แมทก็คือการกำหนดพื้นที่โดยการเขียนข้อมูลลงบนเนื้อดิสค์เพื่อกำหนดชื่อแทรค ชื่อเซคเตอร์ต่าง ๆ ลักษณะการจัดฟอร์แมทในแต่ละแทรคจะเป็นดังรูปที่ 6 ดังนั้นในกรณีที่แผ่นดิสค์แผ่นหนึ่งยังไม่ได้ทำการฟอร์แมท มีการเก็บข้อมูลได้ถึง 3 ล้านบิท หรือถ้าคิดว่า 8 บิท เท่ากับ 1 ไบท์ ก็สามารถเก็บข้อมูลได้ถึงประมาณ 375 กิโลไบท์ แต่หลังจากที่ทำการฟอร์แมทแล้วจะเก็บข้อมูลได้เพียง 256 กิโลไบท์เท่านั้น

จากรูปที่ 6 เมื่อตัวจับดีเทครูอินเด็กได้ก็จะเริ่มพรีเอมเบิ้ล 46 ไบท์ หลังจากได้ทำการดีเทคพัลซ์ขาขึ้นจากรูอินเด็ก ในส่วนของเซคเตอร์แต่ละเซคเตอร์ก็ประกอบด้วยส่วนที่กำหนดบอกแอดเดรส ช่องว่างระหว่างแอดเดรสกับข้อมูล ส่วนข้อมูล ส่วนช่องว่างหลังส่วนข้อมูล ส่วนสำคัญของฟลอบปี้ดิสค์คือส่วนเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลแต่ละเซคเตอร์จะเก็บได้สูง เซคเตอร์ละ 128 ไบท์ ส่วน 2 ไบท์ที่เหลือเป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่เรียกว่า cyclic redundancy check (CRC)

ส่วนควบคุมการทำงานของฟลอบปี้ดิสค์

ในส่วนของวงจรขับดิสค์จะเห็นมีวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ใช้ไอซีอีกจำนวนหนึ่ง วงจรส่วนหลักนี้ใช้สำหรับการถอดรหัสฟอร์แมท ตัววงจรนี้จึงมีหน้าที่หลักที่สำคัญคือ

- กำหนดหาแทรคและแอดเดรสของไฟล์ที่ต้องการ
- ใช้ในการควบคุมการค้นหาแทรคที่ต้องการ
- ส่วนบัฟเฟอร์ของการอ่านหรือเขียนข้อมูล
- ตรวจสอบข้อผิดพลาดของการอ่านข้อมูล



รูปที่ ๑ แสดงไดอะแกรมโครงสร้างของฟลอบปี้ดิสค์ชนิดความจุสูงซึ่งเก็บข้อมูลทั้งสองหน้า

หลายบริษัทได้ทำการออกแบบ LSI เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของฟลอบปี้ดิสค์โดยตรง เช่น บริษัท NEC ได้สร้าง LSI โดยใช้เบอร์ว่า μPD372 ซึ่งเป็นส่วนวงจรควบคุมทั้งหมด

นอกจากส่วนควบคุมในวงจรขับแล้วยังจะต้องมีส่วนควบคุมที่ใช้ประกอบกับซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบจัดการทำงาน (operating system) ซึ่งส่วนของวงจรส่วนนี้แต่ละบริษัทที่สร้างระบบไมโครคอมพิวเตอร์ของตัวเองก็จะพัฒนาขึ้นมา บางบริษัทใช้ส่วนนี้มีไมโครโปรเซสเซอร์เป็นตัวควบคุมอีกขั้นหนึ่ง ส่วนควบคุมที่ประกอบกับ OS (operating system) นี้ โดยมากใช้สำหรับจัดโครงสร้างไฟล์ (file) จัดระบบการเขียนข้อมูลในดิสค์ เป็นต้น

เพิ่มความจุข้อมูลเป็น 1.2 M ไบท์

ปัจจุบันบริษัทชูการ์ท (Shugart) ได้สร้างฟลอบปี้ดิสค์โมเดลใหม่ขึ้นมาโดยให้ชื่อโมเดลว่า SA850 เป็นฟลอบปี้ดิสค์ที่อ่านข้อมูลได้ทั้งสองหน้า โดยความจุของข้อมูลในขณะไม่ได้ฟอร์แมทเป็น 1.6 เมกะไบท์ และเมื่อฟอร์แมทแล้วมีความจุเป็น 1.2 เมกะไบท์

แนวโน้มต่อไปในอนาคต

ฟลอบปี้ดิสค์ในปัจจุบันในส่วนเฉพาะตัวขับขนาด 2 ตัวติดกัน (dual diskdriver) จะมีราคาประมาณ 40,000 -60,000 บาท ครั้นเมื่อส่วนของวงจรทางด้าน LSI ได้เข้ามาแทนที่ ราคาในส่วนของตัวดิสค์ก็จะลดลงอีก และในขณะเดียวกันฟังก์ชันการทำงานของดิสค์ก็จะเพิ่มมากขึ้น การใช้งานฟลอบปี้ดิสค์ก็จะแพร่หลายและเป็นที่นิยมกันมากยิ่งขึ้น

วินเชสเตอร์มหัศจรรย์

เริ่มต้นเมื่อเกือบสามสิบปีที่แล้ว

ภายในห้องประชุมของบริษัท ซีเกท เทคโนโลยี มีรูปภาพปรากฏติดไว้บนฝาผนัง เพื่อแสดงวิวัฒนาการถึงจุดเริ่มต้นของการเก็บข้อมูลมหาศาล “ภาพที่ท่านเห็นอยู่นี้ เป็นภาพอุปกรณ์เก็บข้อมูลของ ไอ บีเอ็ม เมื่อปี พ.ศ.2498 มันสามารถเก็บข้อมูลได้มหาศาล” ดิก มาฮอน รองประธานบริษัทซีเกท เทคโนโลยี กล่าวกับผู้ฟังจำนวนมากในวันแห่งความสำเร็จของบริษัท “อุปกรณ์ของไอบีเอ็มนี้เป็นแผ่นจานแม่เหล็ก ขนาด 24 นิ้ว จำนวน 50 แผ่น มีกลไกการขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิกส์ การอ่านข้อมูลจึงค่อนข้างช้ามาก”

“อุปกรณ์ขนาดยักษ์ของไอบีเอ็มนั้น มีความจุ เพียงเท่ากับกล่องที่ท่านเห็นอยู่นี้” ดิกมาฮอนกล่าวขึ้นพร้อมกับชูกล่องสี่เหลี่ยมใบหนึ่งขึ้น ตัวกล่องมีขนาดเท่ากับกล่องใส่รองเท้าเท่านั้นเอง มันมีความจุถึง 5 เมกกะไบท์ ภายในกล่องเป็นแผ่นโลหะเคลือบสารแม่เหล็กจำนวนตั้งแต่ 2 แผ่นขึ้นไป โดยแต่ละแผ่นมีขนาดเพียง $5\frac{1}{4}$ นิ้ว เท่านั้น มันจะเป็นสิ่งที่สร้างยุคใหม่ของไมโครคอมพิวเตอร์ให้แทนมินิคอมพิวเตอร์ได้

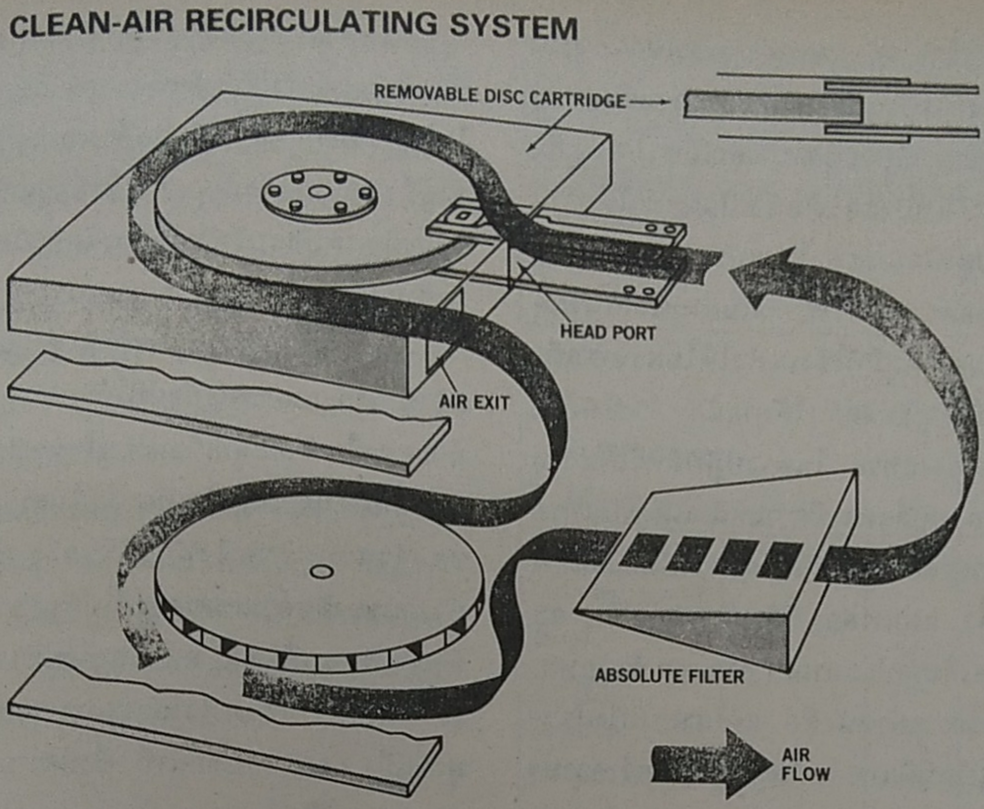
อุปกรณ์เก็บความจำดังกล่าวที่ผลิตโดย บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี นี้มีชื่อทางการค้าว่า *วินเชสเตอร์* หรือเรียกกันอีกนัยหนึ่งกันว่า *ฮาร์ดดิสค์*

2523 จุดเริ่มต้นของฮาร์ดดิสค์

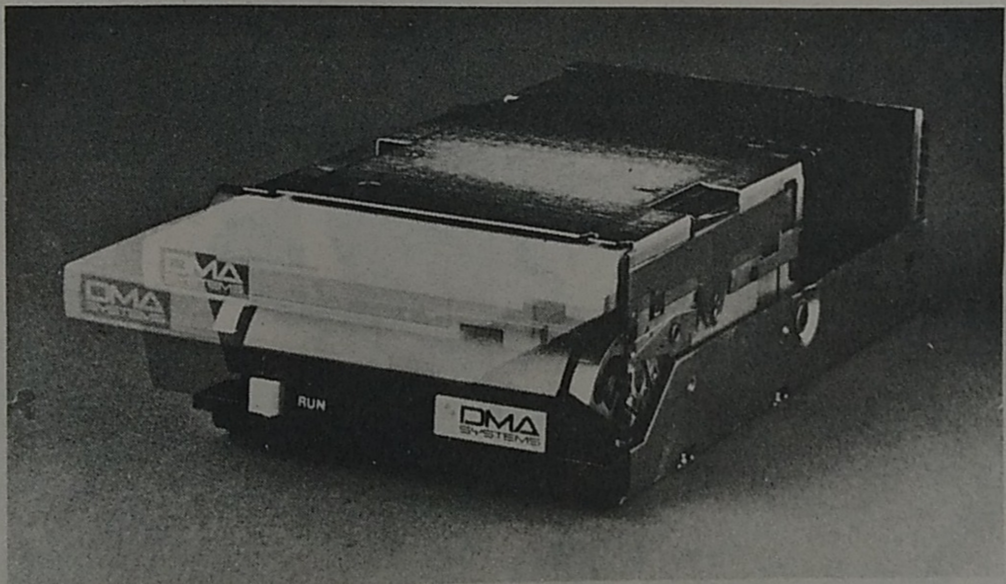
ฮาร์ดดิสค์ หรือวินเชสเตอร์ ได้รับการแนะนำออกสู่ตลาดการค้าเป็นครั้งแรก โดยบริษัทซีเกท เทคโนโลยี ในปี พ.ศ.2523 ซีเกท ตั้งเป้าหมายว่า วินเชสเตอร์ดิสค์จะเป็นอุปกรณ์ที่กล่าวขวัญกันทั่ววงการภายในสองปี และจะเข้ามามีส่วนสำคัญต่อไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่ใช้ในงานทางธุรกิจ ปัจจุบัน ซีเกทได้มอบลิขสิทธิ์ให้กับบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ดิสค์อีกหลายบริษัทในการสร้างออกจำหน่าย เช่น เท็กซัสอินสตรูเมนต์

คู่แข่งขันกับบับเบิ้ลแม่เหล็ก

การแข่งขันในวงการเก็บข้อมูลจำนวนมาก เร่งรีบกันอย่างหนักในการชิงชัย อุปกรณ์การเก็บข้อมูลจำนวนมากที่สำคัญในปัจจุบันประกอบด้วย หน่วยความจำบับเบิ้ลแม่เหล็ก วินเชสเตอร์และ E^2 PROM หน่วยความจำบับเบิ้ลเป็นอุปกรณ์ที่มีข้อเหนือกว่าทางโครงสร้าง แต่มีปัญหาเรื่องความแน่นอนของการเก็บ การอ่านข้อมูลความผิดพลาดและราคายังสูง จึงยังไม่เป็นที่ติดตลาดหรือใช้งานกันแพร่หลาย บับเบิ้ลแม่เหล็กที่ออกมาเป็นตลับ ๆ ละ 250 ไบท์ หรือขนาดประมาณเท่ากับแผ่นฟลอบปี้ดิสค์หนึ่งแผ่นมีราคาอยู่ในหลักหมื่น ซึ่งยังแพงเมื่อเทียบกับ



ก. แสดงโครงสร้างภายในของฮาร์ดดิสค์ แสดงการไหลเวียนของอากาศ



ข. กล่องดิสค์ ที่ผลิตโดยบริษัทดีเอ็มเอ ซิสเต็ม ขนาด 56 เมกะไบท์

รูปที่ 1

การเก็บข้อมูลด้วยแผ่นฟลอบปี้ดิสค์ ส่วน E^2 PROM นั้นเทคโนโลยียังใหม่อยู่ การเขียนอ่านมีอายุจำกัด และการใช้งานยังช้า จึงไม่สามารถบุกตลาดเข้ามาในระยะแรกได้ ความหวังจึงยังรอการก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอนาคตอันใกล้ ส่วนวินเชสเตอร์นั้นในปัจจุบันได้เป็นที่ยอมรับกันในตลาดไมโครฯ แล้ว วินเชสเตอร์จึงออกจากเส้นชัยด้วยท่าทางแบบคนสบายใจ ไม่ห่วงกังวลในคู่แข่งในสนามรอบแรก

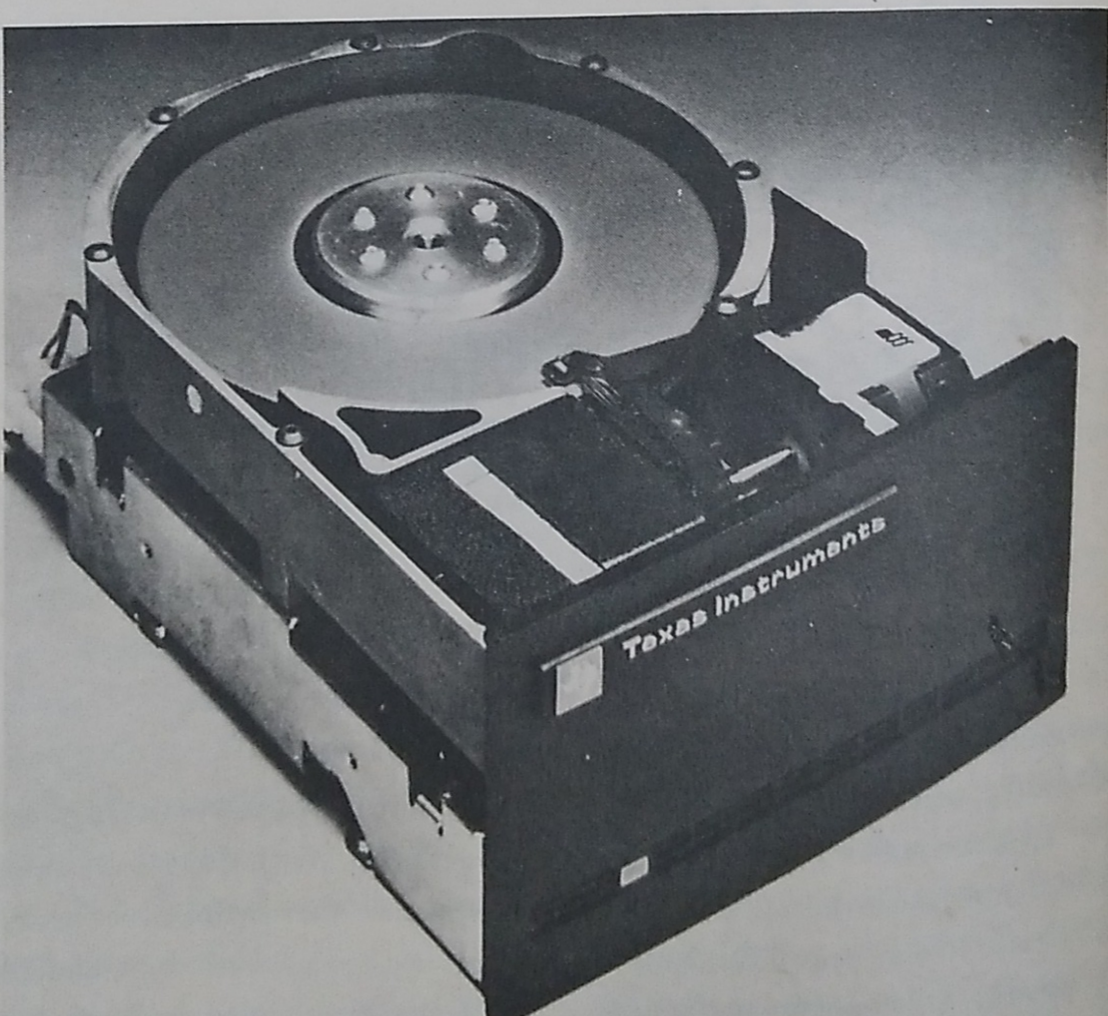
โครงสร้างวินเชสเตอร์

ฟลอบปี้ดิสค์มีข้อจำกัดบางอย่างในการทำให้ขีดความจุในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีจำนวนจำกัดอยู่ ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะทำได้ความจุเป็น 4 เท่าจากของที่ทำได้ปกติ (quad density) แล้วก็ตาม ข้อมูลที่เก็บได้ก็ยังไม่สามารถทำให้มากจนสามารถเป็นคลังของข้อมูล (data base) ที่ดีได้ โครงสร้างของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์ ทำจากแผ่นไมล่าบาง ๆ ที่เคลือบด้วยสารแม่เหล็ก เช่น เหล็กออกไซด์

ไว้ที่ผิว การเขียนหรืออ่านข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำงานเหมือนโครงสร้างการอ่านข้อมูลของการอ่านด้วยเทปแม่เหล็กทั่วไป โดยการเก็บข้อมูลแบ่งแยกเป็นแทรค ๆ ซึ่งการเขียนหรืออ่านหัวเทปจะสัมผัสซึ่งเป็นผลทำให้ความเร็วของการหมุนไม่สูงนัก โดยทั่วไปจะประมาณ 300 รอบต่อนาทีเท่านั้น นอกจากนี้การใช้สารไมล่า ซึ่งเป็นวัสดุที่หดหรือขยายตามอุณหภูมิที่ใช้งานทำให้ไม่สามารถทำให้จำนวนแทรคที่ใช้อยู่ชิดติดกันได้มากนัก จำเป็นต้องมีส่วนช่องว่างระหว่างแทรค ในทางปฏิบัติหรือใช้งานได้อย่างดี แผ่นฟลอบปี้ดิสค์จะมีความหนาแน่นของแทรคต่อนิ้วเพียง 96 แทรคต่อนิ้วเท่านั้น โดยทั่วไปเมื่อคิดเป็นจำนวนความจุแล้ว แผ่นฟลอบปี้ดิสค์ขนาด 8 นิ้ว จะสามารถเก็บข้อมูลได้มากประมาณ 1,000,000 ตัวอักษร ซึ่งมีค่าประมาณ 500 หน้าหนังสือ แต่ในระบบไมโคร-คอมพิวเตอร์ปัจจุบันนี้มีการเก็บข้อมูลสูงมากกว่าความจุที่จะเก็บได้เสมอ

ลักษณะของวินเชสเตอร์อาศัยเทคโนโลยีบางอย่างที่ไอบีเอ็มเคยทำใช้กับดิสค์ของตน เมื่อปี 2513 มาแล้ว ในดิสค์รุ่นแรก ๆ ซึ่งเป็นดิสค์ขนาด 14 นิ้ว และมีความจุได้ถึง 30 เมกะไบท์ การตั้งชื่อวินเชสเตอร์ก็เพราะให้เหมือนกับชื่อบริษัทที่เคยผลิตปืนไรเฟิลที่มีชื่อเสียงมานานแล้ว

โครงสร้างของแผ่นดิสค์วินเชสเตอร์นี้ เป็นแผ่นที่แข็งทำจากแผ่นอะลูมิเนียมที่ได้รับการขัดผิว และเคลือบด้วยออกไซด์ อะลูมิเนียมเป็นโลหะที่เปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิได้น้อยมากเมื่อเทียบกับไมล่า ดังนั้นโครงสร้างของจำนวนแทรคจึงทำได้มากถึง 250 แทรคต่อนิ้ว หัวอ่านของดิสค์วินเชสเตอร์ก็ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับผิวดังเช่นฟลอบปี้ดิสค์ แต่จะลอยอยู่ห่างจากผิวประมาณ 20 ในล้านนิ้ว ความเร็วในการหมุนของแผ่นดิสค์ก็ทำได้สูงขึ้นถึง 3,600 รอบต่อนาที ซึ่งมีความเร็วสูงถึง 10 เท่าของฟลอบปี้ดิสค์



รูปที่ 2 ไมโครวินเชสเตอร์ที่แสดงโครงสร้างภายใน

ขีดความจุของวินเชสเตอร์สามารถทำได้สูงถึงมากกว่า 5 เมกะไบท์ขึ้นไป หรือมากกว่า ไม่น้อยกว่า 10 เท่าของฟลอบปี้ดิสค์ การเขียนอ่านข้อมูลก็ทำได้เร็วกว่ามีความเชื่อถือได้สูงกว่าเพราะการทำงานอยู่ในห้องสุญญากาศปราศจากฝุ่นละออง การหมุนที่ความเร็วสูงและหัวอ่านที่ห่างจากแผ่นดิสค์เพียง 20/100 นิ้ว ดังนั้นหากมีฝุ่นละอองเพียงเล็กน้อยมันจะทำให้หัวอ่านเกิดการเสียหาย และแผ่นดิสค์เกิดเป็นรอยได้ การสร้างและประกอบจึงต้องพิถีพิถันเรื่องนี้มาก

บริษัทเท็กซัสอินสตรูเมนต์ได้สร้างห้องควบคุม ได้สร้างกลไกการดักฝุ่นละอองภายในแผ่นดิสค์ โดยการยอมรับจะให้มีฝุ่นได้ไม่เกิน 100 เม็ด ในปริมาตรขนาดหนึ่งลูกบาศก์ฟุต (ในห้องทำงานปกติที่ปรับอากาศจะมีฝุ่นประมาณ 300,000 เม็ดต่อลูกบาศก์ฟุต

ลองดูสเปคของวินเชสเตอร์

โครงสร้างของวินเชสเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบันจะมีขนาดเป็นมาตรฐานเดียวกับฟลอบปี้คือ $5\frac{1}{4}$ นิ้ว หรือ 8 นิ้ว โครงสร้างการเก็บข้อมูลจะมีหลายผิวหน้าของแผ่นดิสค์ โดยทั่วไปขีดความจุมีแนวโน้มที่สูงขึ้น สเปคของในเชสเตอร์ดิสค์แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของวินเชสเตอร์ที่ใช้ปัจจุบัน

โครงสร้างข้อมูล	ขนาด		
	6 MB	11 MB	20 MB
ความจุ (เมกะไบท์)			
ยังไม่ได้ฟอร์แมท	6.7	11.3	20.5
เมื่อฟอร์แมทแล้ว	5.7	10.8	19.7
แผ่นดิสค์			
จำนวน	2	2	3
ผิวที่เก็บข้อมูล	4	3	5
เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	$5\frac{1}{4}$	8	8
ขีดความสามารถช่วงเวลาแอคเซส (access time) (mS)			
อย่างต่ำ	43	6	
อย่างสูง	240	6.5	
โดยเฉลี่ย	125	35	
ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	4,800	3,600	
การถ่ายข้อมูล (กิโลไบท์ต่อวินาที)	960	648	

หนทางการนำไปใช้

หากพิจารณาถึงแนวทาง จะเห็นว่าในธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ต้องการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

ชนิดของตัวกลางเก็บข้อมูล	ชนิด ระบบ	ราคา	
ฮาร์ดดิสค์ชนิดเคลื่อนย้ายได้	เมนเฟรมคอมพิวเตอร์	500,000 - 1,000,000 บาท	
วินเชสเตอร์ขนาด 14 นิ้ว	คอมพิวเตอร์ใช้ธุรกิจขนาดใหญ่	300,000 - 500,000 บาท	ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก
วินเชสเตอร์ขนาด 8 นิ้ว	ธุรกิจขนาดกลาง 10-160 เมกะไบท์	100,000 - 300,000 บาท	ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก
วินเชสเตอร์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว	งานธุรกิจขนาดเล็ก 6-75 เมกะไบท์	50,000 - 150,000 บาท	ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก
ฟลอบปี้ดิสค์	คอมพิวเตอร์ส่วนตัว 0.25-12 เมกะไบท์	10,000 - 40,000 บาท	ใช้งานส่วนตัว
คาสเซตต์	คอมพิวเตอร์ใช้ในบ้าน ความจุ 0.1-10 เมกะไบท์	1,000 - 5,000 บาท	ใช้งานส่วนตัว

รูปที่ 3 โครงสร้างการใช้งานวินเชสเตอร์

จำเป็นต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลมากพอสมควร การใช้งานโดยหลักการอยากให้ลักษณะข้อมูลมีความสัมพันธ์และเก็บรวบรวมไว้ในที่เดียว โครงสร้างการเก็บและราคากับสเกลการประยุกต์พอแสดงได้ดังรูปที่ 3

เก่งกาจด้วยระบบซอฟต์แวร์ควบคุม

บริษัทที่ขายวินเชสเตอร์ที่ต่อร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีมากมาย บางบริษัทจะทำเฉพาะวินเชสเตอร์เพื่อต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์และสามารถพ่วงเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ที่ขายดีเกือบทุกบริษัท บริษัทเหล่านี้ได้ออกแบบระบบการจัดการในดิสค์เหล่านี้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังบรรจุส่วนของ DOS (disk operating system) เช่น CP/M, CP/M 86, IBM DOS ฯลฯ ให้ผู้ซื้อเลือกได้อีกด้วย โดยโครงสร้างของซอฟต์แวร์ก็จะมีการแบ่งวินเชสเตอร์ออกเป็นเหมือนฟลอบปี้ดิสค์หลายตัว เช่น เป็น A,B ในกรณีของการใช้วินเชสเตอร์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว โดยแต่ละตัวจะมีความจุประมาณ 2.7 เมกะไบท์ ส่วนวินเชสเตอร์ขนาด 19.7 จะแบ่งโครงสร้างเป็นเหมือนฟลอบปี้หลายตัวนั่นเอง

นอกจากนี้ถ้าดูรายละเอียดในโฆษณาขายระบบวินเชสเตอร์ดิสค์ จะพบว่า แต่ละบริษัทที่ทำขึ้นจะโฆษณาระบบการควบคุมที่มีฟังก์ชันพิเศษต่าง ๆ มากมาย เช่น เมื่อเขียนข้อมูลจะมีการอ่านมาดูว่าเขียนได้หรือไม่ ตรวจสอบข้อผิดพลาดการทำงานอัตโนมัติ เมื่อมีเซคเตอร์ใดเสียหายก็จะตรวจสอบและจดจำไว้ไม่มีการเขียนข้อมูลลงอีกไปอีก เป็นต้น

อนาคตของวินเชสเตอร์

ปัจจุบันหลายบริษัททั้งในญี่ปุ่นและอเมริกากำลังเร่งแข่งขันกันค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับโครงสร้างของวินเชสเตอร์และปรับปรุงอยู่เสมอ จนในปัจจุบันสามารถสร้างวินเชสเตอร์ได้มีความจุสูงถึง 100 เมกะไบท์ และหากมีการ



รูปที่ 4 วินเชสเตอร์ดิสค์พร้อมอินเตอร์เฟสของบริษัทคอร์วัส

เพิ่มขีดความสามารถขึ้นอีก หลายบริษัทได้คาดการว่า วินเชสเตอร์ขนาด 1 เมกะไบท์ (1,000 เมกะไบท์) จะออกมาได้ในไม่ช้านี้ บริษัทซีเกทเองได้ออกวินเชสเตอร์มาใช้กับไมโครฯแล้ว โดยมีความจุสูงถึง 38 เมกะไบท์ และกำลังจะแพร่หลาย เพราะราคาอยู่ในชิ้นไมโครนั่นเอง ในปี 2525 เป็นที่คาดกันว่า วินเชสเตอร์ที่ผลิตออกขายมียอดรวมถึง 55,000 เครื่อง และเชื่อว่าในปี พ.ศ. 2528 ยอดการผลิตวินเชสเตอร์จะมีมากกว่าปีละ 1 ล้านเครื่อง ราคาของวินเชสเตอร์ในขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว ที่ขายในอเมริกาประมาณ 3500 เหรียญสหรัฐ และมีแนวโน้มที่ลดลงมา

วินเชสเตอร์จะมีอนาคตเป็นอย่างไร....ประชุมบริษัทซีเกทได้สร้างกราฟแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของความจุ คือมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความจุ ที่ทำได้เป็น 2 เท่า ทุก ๆ 30 เดือน เมื่อเป็นเช่นนี้อนาคตจะเป็นอย่างไรลองพิจารณาเอาเองเถอะครับ

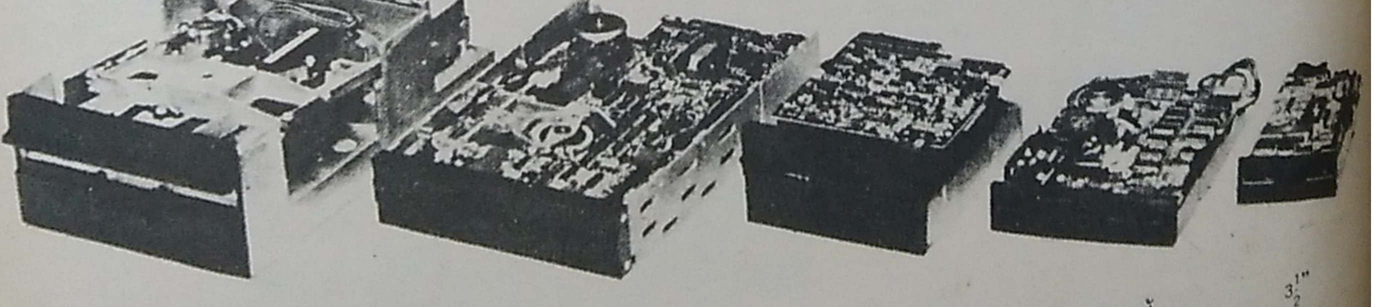
เลือกดิสเก็ตต์ 3 นิ้ว หรือ 3 นิ้วครึ่งดี ?

ระบบพาล (PAL) เคยต่อสู้กับเอ็นทีเอสซีในระบบการส่งโทรทัศน์ วีเอชเอสเคยต่อสู้กับเบต้าในศึกวิดีโอเทป และวีเอชดีเคยต่อสู้กับเลเซอร์ดิสค์ ปัจจุบันสามนิ้วกำลังต่อสู้กับสามนิ้วครึ่ง

เมื่อฟังชื่อเรื่องดูจะแปลกไปสักหน่อย ทำไมสามนิ้วจึงต้องมาสู้กับสามนิ้วครึ่ง หัวข้อของเรื่องนี้ก็มิใช่อะไรมากมาย แต่เป็นเพียงการต่อสู้ชิงการเป็นจ้าวของตลาดในระบบดิสเก็ตต์ขนาด 3 นิ้ว หรือ 3 นิ้วครึ่ง เพราะต่างฝ่ายต่างก็ไม่ยอมตกลงในมาตรฐานเดียวกัน ผู้ใช้จึงเป็นผู้ที่จะตัดสินให้นั่นเอง

ตลาดความต้องการของผู้ใช้สินค้าทั่วไป มักต้องการของที่มีขนาดเล็กที่มีคุณภาพดี ดังจะเห็นได้จากสินค้าอิเลคทรอนิคส์ทั่วไปในขณะนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกัน ที่จะต้องทำให้มีขนาดเล็ก จนเห็นได้ว่าไมโครฯ ที่ขายกันในตลาดมีขนาดเล็กเหลือเพียงขนาดที่พกในกระเป๋าได้แล้ว เมื่อขนาดของไมโครฯเล็กลง ขนาดของอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ก็ต้องทำให้เล็กลงไปด้วย และถึงแม้ว่า ดิสเก็ตต์ที่ใช้กันทุกวันนี้จะมีขนาดเพียง $5\frac{1}{4}$ นิ้ว หรือ 8 นิ้ว ซึ่งก็เล็กลงมากแล้วก็ตาม แต่ความต้องการของมนุษย์ยังต้องการให้มีขนาดเล็กลงไปอีก และ

รูปที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของตัวขับดิสค์ 8 นิ้ว $5\frac{1}{4}$และ $3\frac{1}{2}$ นิ้ว



รูปที่ 1 เปรียบเทียบขนาดของตัวขับดิสค์ 8 นิ้ว $5\frac{1}{4}$ และ $3\frac{1}{2}$ นิ้ว

นี่เองเป็นเหตุผลของการที่หลายบริษัทต้องเข้าสู้วงการยุทธจักร 3 นิ้ว - 3 นิ้วครึ่ง

3 นิ้ว VS 3 นิ้วครึ่ง

การลดลงของขนาดทางด้านการเก็บข้อมูลจาก $5\frac{1}{4}$ นิ้ว เหลือเพียง 3 นิ้ว โดยหลักการแล้วความจุ ของข้อมูลควรจะลดตามลงไปด้วย แต่ในทางตรงข้าม บริษัทผู้ผลิตพยายามหาเทคนิคเข้ามาชดเชยจนสามารถทำให้ข้อมูลที่เก็บได้มีความจุมิยิ่งหย่อนไปกว่าระบบ $5\frac{1}{4}$ นิ้วเท่าไรนัก รูปแบบโครงสร้างทางฟิสิกส์ของขนาดของแผ่นดิสค์ทั้งสองขนาดแสดงให้เห็นดังรูปที่ 2 โดยรูป ก. เป็นรูปที่แสดงขนาดของแผ่นดิสค์ที่ผลิตโดยบริษัทฮิตาชิ ซึ่งมีขนาด 3 นิ้ว โครงสร้างของแผ่นประกอบอยู่ในซองขนาด 3.2 นิ้ว × 4 นิ้ว ส่วนดิสค์ 3 นิ้วครึ่งของโซนี่เองก็มีขนาดเล็กกะทัดรัดโดยดูรูปร่างก็มิได้แตกต่างจากกันมากนัก

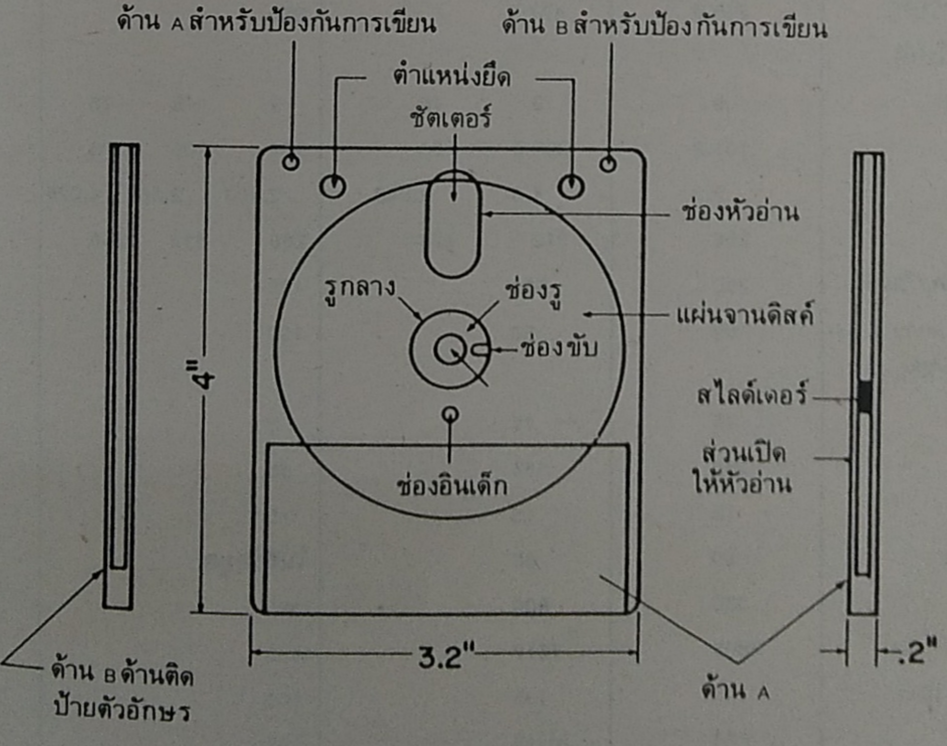
ถือหางเพื่อชัยชนะ

ความสำเร็จทางด้านการตลาดถือว่าเป็นเรื่องสำคัญแฟกเตอร์หนึ่งที่จะทำให้การต่อสู้ของตนได้ประสบผลสำเร็จคือ ผู้ผลิตรายอื่น ๆ ยอมรับมาตรฐานขนาดรูปร่างเสียก่อน ดิสค์ที่ผลิตโดยบริษัทฮิตาชิคือ ขนาด 3 นิ้ว มีผู้ร่วมวงด้วยคือบริษัทมัตสุชิตะ บริษัทแมกเซล และ TDK ส่วนบริษัทภายนอกประเทศอื่น ๆ กำลังจับตามองดูเพื่อว่าจะกำหนดสเปคการผลิตของตนอย่างไร บริษัทเหล่านั้นได้แก่ ไดแซน (Dysan), ชูการ์ท (Shugart), เวอร์บาทิม (Verbatim), ทาบอร์ (Tabor) ไซเด็ก (Xidex), โอลีเวตตี้ (Olivetti), บาส์ฟ (Basf) เป็นต้น สถาบันมาตรฐานแห่งชาติแห่งอเมริกา หรือที่เรียกว่า ANS ก็กำลังประชุมกันอย่างเคร่งเครียดเพื่อกำหนดมาตรฐานเช่นกัน

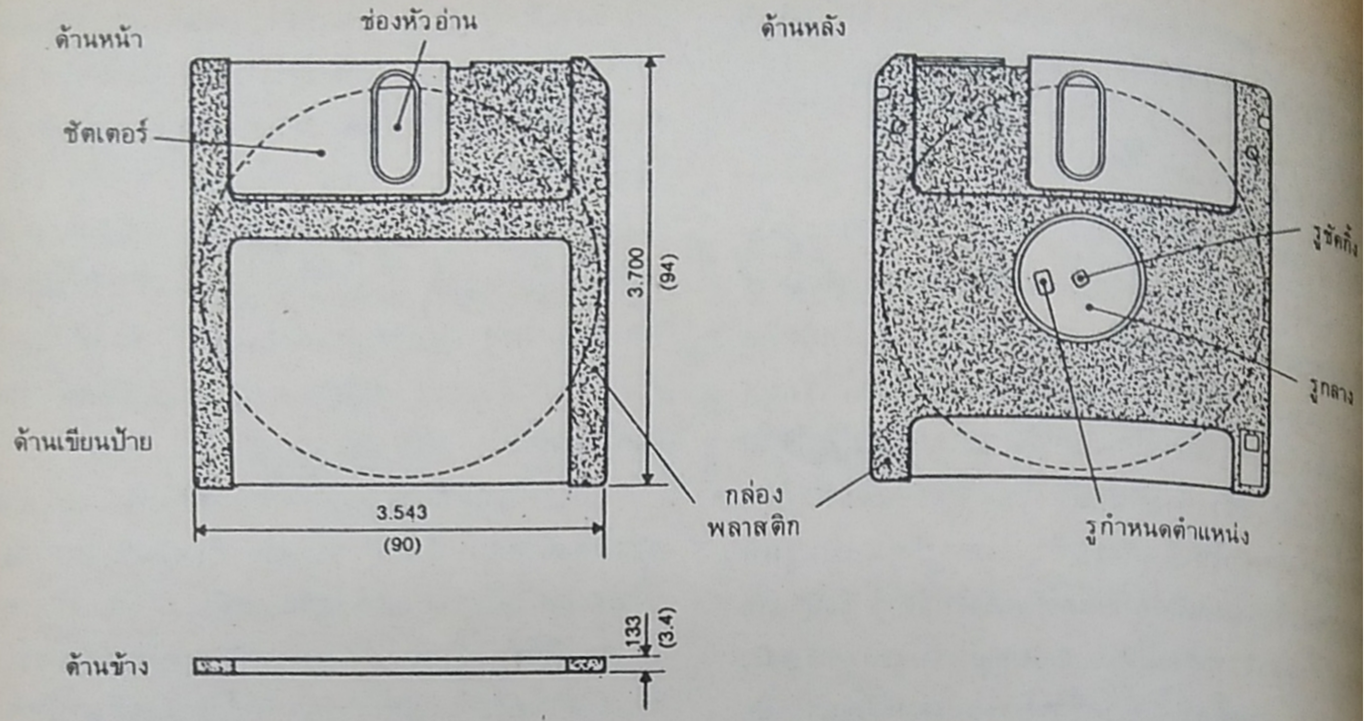
อย่างไรก็ดีหลายบริษัทที่ผลิตคอมพิวเตอร์ก็ได้กระโดดเข้าหนุนหลังในศึกการต่อสู้อย่างเต็มที่ ในกรณีนี้บริษัทผลิตไมโครคอมพิวเตอร์แอมเด็ก (Amdex) และบราวน์ดิสค์ (Brown Disk) ได้หันเหเข้าข้างบริษัทฮิตาชิ ส่วนบริษัทฮิวเลทแพคการ์ดก็เข้าข้างบริษัทโซนี่

ลองพิจารณาสเปคเปรียบเทียบ

ในศึกการต่อสู้ที่กำลังดำเนินไป การปรับปรุงคุณภาพและด้านสเปคก็ยังคงเป็นไปอย่างรีบเร่ง ข้อดีเด่นของดิสค์ขนาด 3 นิ้วที่เห็นในทั้งสองกรณีคือ มีขนาดเล็กทำให้การอ่านข้อมูลอ่านได้เร็ว และความเร็วรอบในการหมุนทำได้สูงกว่าดิสค์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว ทำให้ความหนาแน่น



รูปที่ 2 (ก) โครงสร้างของฮิตาชิ 3 นิ้ว



(ข) โครงสร้างของโซนี่ดิสค์

ตารางที่ 1 สเปคของดิสเก็ตต์ขนาด 3 นิ้ว ของโซนี่และฮิตาชิ

	โซนี่			ฮิตาชิ				
	ความหนาแน่นปกติ (single density)	ความหนาแน่นเป็นสองเท่า (double density)		ความหนาแน่นปกติ (single density)			ความหนาแน่นเป็นสองเท่า (double density)	
ความจุ								
ยังไม่ฟอร์แมท (k ไบท์)	218.8	437.5		250			500	
ฟอร์แมทแล้ว (k ไบท์)								
เซคเตอร์/แทรค	9	9	16	9	5	16	9	5
ต่อดิสค์	161.2	322.5	164	184	205	328	369	410
ต่อแทรค	2.3	4.6	2.048	2.304	2.56	4.096	4.608	5.12
ต่อเซคเตอร์	256	512	128	256	512	256	512	1024
การถ่ายข้อมูล (กิโลบิท/วินาที)	250	500		125			250	
ช่วงเวลาลาเทนซี (latency) (ms)	50	50		100			100	
ช่วงเวลาแอคเซส (มิลลิวินาที)								
แทรคไปแทรค	15	15		3			3	
เฉลี่ย	365	365		55			55	
ช่วงเวลาเซทตัว	15	15		15			15	
ช่วงเวลาโหลดหัวอ่าน	50	50		ไม่มีข้อมูล			ไม่มีข้อมูล	
ความเร็วรอบ (rpm)	600	600		300			300	
ความหนาแน่นข้อมูล (bpi)	3805	7610		4473			8946	
ความหนาแน่นแทรค (tpi)	135	135		100			100	
วิธีการเอ็นโค้ด	FM	MFM		FM			MFM	
จำนวนแทรคต่อด้าน	70	70		40			80	

ที่ได้ต่อพื้นที่มีจำนวนสูงขึ้น ข้อที่จัดว่าดีเด่นของดิสค์ขนาด 3 นิ้ว คือมันบรรจุในซองที่ป้องกันเนื้อดิสค์ได้ดีเมื่อเสียบเข้าในตัวอ่านดิสค์ มันจึงจะมีกลไกมาควบคุมให้เปิดเพื่อให้หัวอ่านอ่านได้ ทำให้การเก็บรักษาง่าย มีความทนทานดีขึ้น

ขนาดของตัวขับหรือไดร์ฟ

ตัวอ่าน/เขียนดิสค์ที่จะต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ก็มีขนาดเล็กลงและบางมากขึ้น การที่มีขนาดเล็กลงทำให้เมื่อต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว รูปร่างโดยรวมของไมโครคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กลงตามไปด้วยตัวอย่างเช่นของโซนี่มีขนาดเพียง กว้าง 4 นิ้ว สูง 2 นิ้ว ยาว 5 นิ้ว ส่วนของฮิตาชิมีขนาดความกว้างเพียง $3\frac{1}{2}$ นิ้ว สูง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว และลึก 6 นิ้วเท่านั้นเอง อนาคตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ติดตัวหรือหิ้วไปไหนมาไหนได้ คงจะออกมากันมากในเร็ว ๆ นี้

วินเชสเตอร์ก็ลดขนาดมาด้วย

เมื่อฟลอบปี้ดิสค์ลดขนาดลงมาเหลือเพียง 3 นิ้ว วินเชสเตอร์ก็พลอยลดขนาดลงมาด้วย บริษัทโซนี่ได้ประกาศว่าจะผลิตวินเชสเตอร์ดิสค์ขนาด 3 นิ้วครึ่งที่มีความจุอยู่ระหว่าง 3 ถึง 10 เมกะไบท์ นอกจากนี้หลายบริษัทที่ผลิตวินเชสเตอร์ดิสค์ก็กำลังให้ความสนใจที่จะผลิตวินเชสเตอร์ขนาด 3 นิ้วกันมากและเป็นที่คาดว่าวินเชสเตอร์ดิสค์ที่ออกมาก็จะมีขนาด 3 นิ้ว และ 3 นิ้วครึ่ง อีกเช่นกัน

ซีอาร์ทีเทอร์มินัล

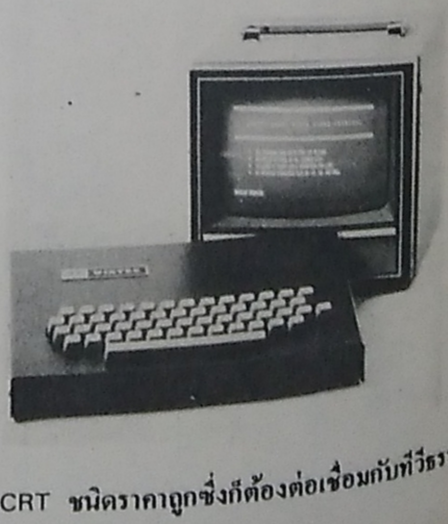
ในบรรดาอุปกรณ์เพอริเฟอรัลที่ประกอบเป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ซีอาร์ทีเทอร์มินัลเป็นอุปกรณ์เพอริเฟอรัลที่จำเป็นอย่างหนึ่ง ซีอาร์ทีเป็นคำย่อมาจาก CRT terminal ซึ่งก็คือเทอร์มินัลที่แสดงผลหรือป้อนข้อมูลเข้าได้นั่นเอง โดยทางทฤษฎีแล้วระบบคอมพิวเตอร์อาจประกอบด้วยสวิตช์ที่เป็นอินพุทเพียงไม่กี่ตัว และมีตัวแสดงผลลัพธ์ทาง LED แต่การใช้งานในลักษณะนั้นยังไม่สะดวก มีข้อจำกัดและข้อยุ่งยากมาก การติดต่อแสดงผลกับมนุษย์ผู้ใช้ทำให้ผู้ใช้ต้องแปลความหมาย และเข้าใจได้ยาก ผู้ออกแบบระบบคอมพิวเตอร์จึงพยายามสร้างระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการรับและส่งข้อมูลได้โดยผู้ป้อนข้อมูลสามารถป้อนได้ง่ายโดยที่ผู้ใช้อาจไม่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มากนักก็ได้ การป้อนก็จะป้อนในลักษณะตัวหนังสือซึ่งอาจจะเป็นแป้นพิมพ์ดีดและการแสดงผลอาจจะอยู่ในรูปจอโทรทัศน์ที่เรียกว่า ซีอาร์ที บทความนี้จึงเป็นบทความที่กล่าวถึงเรื่องทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวข้องกับซีอาร์ที



รูปที่ 1 CRT เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ

ซีอาร์ทีหรือเครื่องพิมพ์ (printer) อันไหนจะดีกว่ากัน

ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นระบบที่ใช้จำนวนเทอร์มินัลน้อยและการทำงานทางด้านการประมวล



รูปที่ 2 CRT ชนิดราคาถูกซึ่งก็ต้องต่อเชื่อมกับทีวีธรรมดานั่นเอง

ผลข้อมูลไม่รวดเร็วนัก หรือในบางกรณีการทำโปรแกรมในภาษาชั้นสูง เช่น ภาษา BASIC การใช้เทอร์มินัลที่เป็นซีอาร์ทีดูจะเป็นเรื่องที่เหมาะสม เพราะการโต้ตอบข้อมูลระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจะเป็นไปได้อย่างทันทีทันใด โดยทั่วไปซีอาร์ทีสามารถรับตัวอักษรและข้อมูลได้รวดเร็วเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์แล้วอาจเร็วกว่ากันได้ถึง 30 เท่าหรือกว่านั้น การป้อนข้อมูล การแก้ไข การจัดทำให้ข้อมูลใหม่อยู่เสมอสามารถทำได้สะดวกได้ง่ายกว่า ซึ่งอาร์ทีในปัจจุบันได้พัฒนาไปมากจนสามารถแสดงรูปหรือทำตารางเพื่อง่ายในการออกแบบทางวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามหากต้องการข้อมูลเก็บไว้เพื่อการตรวจสอบเปรียบเทียบการใช้เครื่องพิมพ์ข้อมูลดูจะเป็นสิ่งเดียวที่ทำให้การได้ข้อมูลสะดวกยิ่งขึ้น

จากระบบธรรมดาเข้าสู่ระบบอินเทลลิเจนต์ (intelligent)

เทอร์มินัลของไมโครคอมพิวเตอร์อาจจะเป็นระบบง่าย ๆ ได้แก่ TVT หรือที่เรียกว่า TV-Type writer (เครื่องเขียนตัวหนังสือบนจอทีวี) โดยมีการเขียนตัวอักษรต่าง ๆ ตามการโปรแกรมไว้ในไอซีสร้างตัวอักษร (character generator) เป็นเทอร์มินัลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ระดับนักสมัครเล่นชอบทำใช้ เพราะสามารถใช้กับทีวีทั่ว ๆ ไปได้ เพียงส่วนของวงจรอิเลคทรอนิคส์กับคีย์บอร์ดเท่านั้น ก็สามารถทำให้ทีวีกลายเป็นเทอร์มินัลของคอมพิวเตอร์ได้ ปัจจุบันมีบริษัทที่ทำการผลิตซีอาร์ทีขึ้นและราคาของซีอาร์ทีอยู่ในช่วงเพียง 1,000-2,000 เหรียญ



รูปที่ 3 CRT ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานของบริษัท ELBIT โมเดล DS 2000

สหรัฐเท่านั้น ขีดความสามารถของซีอาร์ทีเทอร์มินัลนี้ก็ได้รับการพัฒนาให้มีขีดความสามารถสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีฟังก์ชันในการทำงานได้มากที่เรียกว่า *อินเทลลิเจนต์* การพัฒนาในยุคหลังนี้ก็มีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปควบคุมการทำงานของวงจรทำให้ขอบเขตการทำงานทำได้สูงมาก และราคาของซีอาร์ทีเหล่านี้ก็ได้ลดลงมาเรื่อย ๆ

เรื่องเกี่ยวกับคีย์บอร์ด

คีย์บอร์ดก็เป็นเรื่องหนึ่งที่ประกอบทำให้ซีอาร์ทีมีความสำคัญขึ้น คีย์บอร์ดอาจจะมีเพียง 50 คีย์หรือมากกว่านี้ได้ บางบริษัทได้แยกคีย์ตัวเลขไว้ต่างหากเพื่อทำให้การป้อนข้อมูลได้ง่ายขึ้น การวางตำแหน่งคีย์จะต้องตามมาตรฐานของระบบการพิมพ์สัมผัส การยกแคร่หรือการใช้คีย์ชิฟท์ ทำให้สามารถใช้ตัวอักษรทั้งตัวใหญ่และตัวเล็ก ลักษณะของคีย์ที่ใช้ก็แตกต่างกันตามคุณภาพและราคาคีย์ที่มีราคาถูกมักจะใช้หลักการทางสวิตซ์ที่แตะสัมผัสกัน คีย์บางแบบใช้รีดสวิตซ์ (reed switch) หรือสวิตซ์ที่ได้รับการควบคุมการทำงานด้วยแม่เหล็ก บางแบบที่มีราคาแพงขึ้น มีความแน่นอนในการทำงานสูง การทำงานจะไม่มีการสัมผัสกัน แต่จะใช้คุณสมบัติทางด้านค่าตัวเก็บประจุ ทางแสงหรือการตรวจสอบกลไกทางด้านฮอลล์เอฟเฟค (hall effect) บางแบบในแต่ละคีย์ประกอบด้วยคีย์ย่อย ๆ ภายในตั้งแต่ 2 คีย์รวมกันอยู่ การทำงานจะมีการตรวจสอบคีย์ทั้งสองว่าได้รับการกดทั้งคู่หรือไม่สร้างความเชื่อมั่นในข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น

การรับรหัสตัวอักษรและรหัสการควบคุม

ระบบรหัสตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ใช้ในทางคอมพิวเตอร์มีหลายระบบด้วยกัน แต่ในเรื่องของไมโครคอมพิวเตอร์แล้วส่วนใหญ่จะใช้รหัสตัวอักษร ASCII 7 บิท และกลุ่มของรหัสควบคุมก็ใช้ตามมาตรฐานนี้ กล่าวคือการใช้รหัส 7 บิทนี้สามารถทำให้มีตัวอักษรแตกต่างกันได้ถึง 128 รหัส ซึ่งก็พอเพียง แต่สำหรับในซีอาร์ทีการออกแบบให้ซีอาร์ทีรับรหัสตัวอักษรอาจมีได้หลายแบบตามแต่การใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามซีอาร์ทีในปัจจุบันรับอักษรเป็นรหัส ASCII แต่อาจมีสัญญาณควบคุมบางตัวที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะทำให้การใช้งานเกิดการสับสนยุ่งยากขึ้นได้ จึงเป็นเรื่องที่จำต้องพิจารณาด้วย

ระบบอินเตอร์เฟสก็เป็นเรื่องสำคัญ

นักคอมพิวเตอร์สมัครเล่นบางคนที่ยังไม่ทำความเข้าใจในการอินเตอร์เฟสให้ดีอาจซื้อซีอาร์ทีมาแล้วเสียบเข้าต่อกับระบบของไมโครคอมพิวเตอร์ไม่ได้ การเชื่อมต่อกันจึงต้องพิจารณาถึงจุดที่จะนำต่อออกมา การเชื่อมต่อเพื่อส่งข้อมูลในลักษณะอนุกรมส่วนใหญ่มักจะส่งแบบอะซิงโครนัสที่ใช้มาตรฐาน RS 232 โดยประกอบด้วยบิทสตาร์ทข้อมูล พาริตี้และสต๊อบบิท (stop bit) การโปรแกรมฟอร์แมทของการส่งก็จะใช้วิธีการโปรแกรมด้วยสวิตช์เล็ก ๆ (dip สวิตช์) หรือสายจั๊มเปอร์ นอกจากนี้ก็มีการส่งแบบโหมดกระแส คือตามมาตรฐานกระแสในวงรอบ 20 หรือ 60 มิลลิแอมป์ (20 or 60 milliampare current loop) การส่งโหมดกระแสนี้มักจะมีให้เลือกได้

การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับเทอร์มินัลก็เป็นไปได้หลายแบบ เช่น ฮาร์ฟดูเพล็กซ์ หรือฟูลดูเพล็กซ์ (half duplex หรือ full duplex)ในระบบฮาร์ฟดูเพล็กซ์เครื่องคอมพิวเตอร์กับเทอร์มินัลจะส่งและรับข้อมูลในสายเดียวกัน ดังนั้นการรับส่งข้อมูลไม่สามารถทับซ้อนในเวลาเดียวกันได้ แต่การส่งแบบฟลูดูเพล็กซ์จะเป็นการส่งและรับในสายคนละเส้นทำให้สามารถรับและส่งข้อมูลพร้อมกันในเวลาที่ทับซ้อนกันได้ ความเร็วในการส่งข้อมูลระหว่างเทอร์มินัลกับคอมพิวเตอร์มีหน่วยเป็นจำนวนบิทต่อวินาทีหรือที่เรียกว่า baud (บอย์ด) โดยความเร็วในการส่งจะอยู่ในช่วง 75-19,200 บิทต่อวินาที

ในซีอาร์ทีบางแบบสามารถอินเตอร์เฟสในลักษณะขนานเพื่อให้ความเร็วในการส่งรับสูงขึ้นอีกมาก ข้อมูลในการส่งแบบขนานก็มีขนาด 8 บิทขนาน และอาจมีสายสัญญาณตรวจสอบ หรือ hand shaking การส่งแบบขนานมักจะเป็นแบบซิงโครนัส โดยสัญญาณในการส่งรับจะมีการส่งรับจะมีการบอกสถานะการรับส่ง และสายข้อมูลที่ต่อออกมามักเป็นลอจิกสามสถานะ (tristate) เพื่อให้การต่อกับเทอร์มินัลอื่น ๆ ได้

ซีอาร์ทีบางเครื่องสามารถเชื่อมต่อกับระบบบัสของ IEEE หรือบางแบบก็จะมีส่วนของการอินเตอร์เฟส เพื่อให้เชื่อมกับบัส IEEE ได้ระบบบัสของ IEEE เป็นบัสขนาด 8 บิท มีคริสตอลควบคุมการสร้างความเร็วในการส่ง (baud rate generator)



รูปที่ 4 CRT เทอร์มินัลของบริษัท LEAR SIEGIER ที่สามารถโปรแกรมฟังก์ชันควบคุมของคีย์บอร์ดต่าง ๆ ได้

ข้อมูลที่รับและส่งกัน มักจะใช้ข้อมูลรหัส ASCII ขนาด 7 บิท แต่อย่างไรก็ตามซีอาร์ทีบางเครื่องสามารถมีโหมดเขียนรูปได้ ซึ่งรูปแบบของรหัสการเขียนรูปทางผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดให้ ซึ่งมักจะใช้ข้อมูลขนาด 8 บิท

แสดงผลเป็นภาษาไทย

เนื่องจากการแสดงผลของซีอาร์ทีสามารถกำหนดจุดของตัวหนังสืออย่างใดก็ได้ การกำหนดจุดในปัจจุบันอาจจะเกิดจากตัวกำเนิดตัวอักษร (character generator)



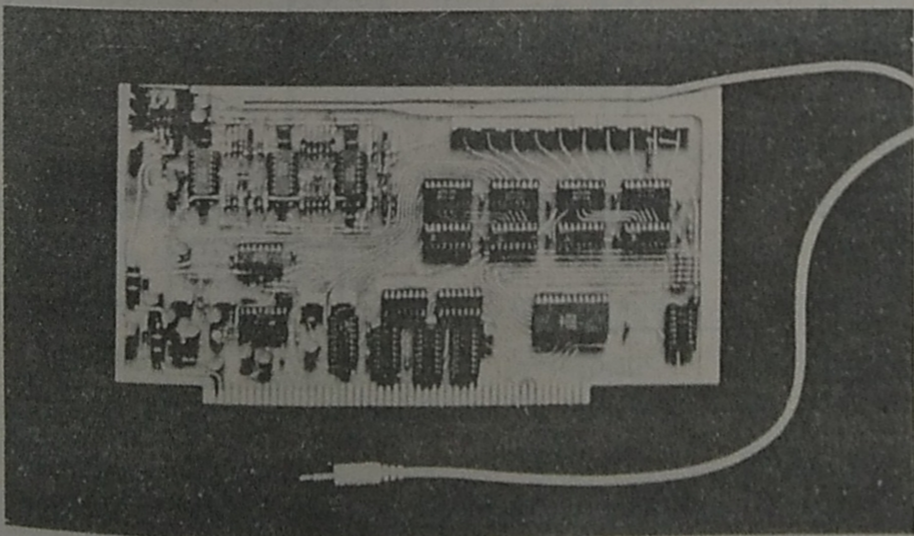
รูปที่ 5 แสดงลักษณะของตัวอักษรที่ได้จากตัวโปรแกรมตัวอักษร (character generator)

หรืออยู่ใน ROM ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่โปรแกรมลักษณะตัวอักษรอย่างใดก็ได้ การแสดงตัวอักษรจะแสดงเป็นตัวอักษรอยู่ในลักษณะแถวเดียว แต่เนื่องจากตัวอักษรภาษาไทยมีทั้งด้านบนและด้านล่างคือสระและวรรณยุกต์ ดังนั้นการกำหนดตัวอักษรจึงต้องอาศัยถึง 4 บรรทัด หรือ 3 บรรทัด การจัดตัวอักษรให้เข้ารูปเป็นอักษรภาษาไทยอย่างถูกต้องจำต้องอาศัยระบบซอฟต์แวร์ที่ยุ่งยากซับซ้อน ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์เกษตรได้พัฒนา CRT จนสามารถป้อนข้อมูลและแสดงผลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษเป็นผลสำเร็จ

อนึ่งลักษณะของรหัสที่แทนตัวอักษรจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลรหัสถึง 8 บิท ทั้งนี้เพราะเมื่อรวมตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษแล้วมีตัวอักษรมากกว่า 100 ตัว ดังนั้น รหัสตัวอักษรเหล่านี้จึงต้องอาศัยรหัส 8 บิท

โมเดมและระบบการส่งข้อมูล

การส่งข้อมูลระหว่างเทอร์มินัลของ CRT กับคอมพิวเตอร์รับส่งข้อมูลในลักษณะอนุกรม ดังนั้นจึงสามารถส่งผ่านข้อมูลไปในระยะไกลได้ การส่งข้อมูลระยะไกลนี้อาจจะส่งไปในสายโทรศัพท์ไปยังที่ใด ๆ ก็ได้ การส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์จำเป็นจะต้องมีการแปลงสัญญาณดิจิตอลให้เป็นอนาล็อกแล้วป้อนเข้าสายโทรศัพท์ ส่วนวงจรรับก็จะรับแล้วเปลี่ยนกลับเข้ามาเป็นสัญญาณดิจิตอล ตัวเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาล็อกและอนาล็อกเป็นดิจิตอลนี้เราใช้วิธีการมอดูเลทและการดีมอดูเลท ซึ่งเรียกว่า *โมเดม*



รูปที่ 6 บอร์ดที่ต่อร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่ออินเตอร์เฟสเข้ากับทีวี

หลักการของ CRT เทอร์มินัล

วิวัฒนาการการใช้ CRT เทอร์มินัลจะมาจากการนำเอาเครื่องรับโทรทัศน์มาเป็นภาคแสดงผลเพราะหลักการของ CRT เทอร์มินัลก็คือหลักการของเครื่องรับโทรทัศน์ดี ๆ นี่เอง

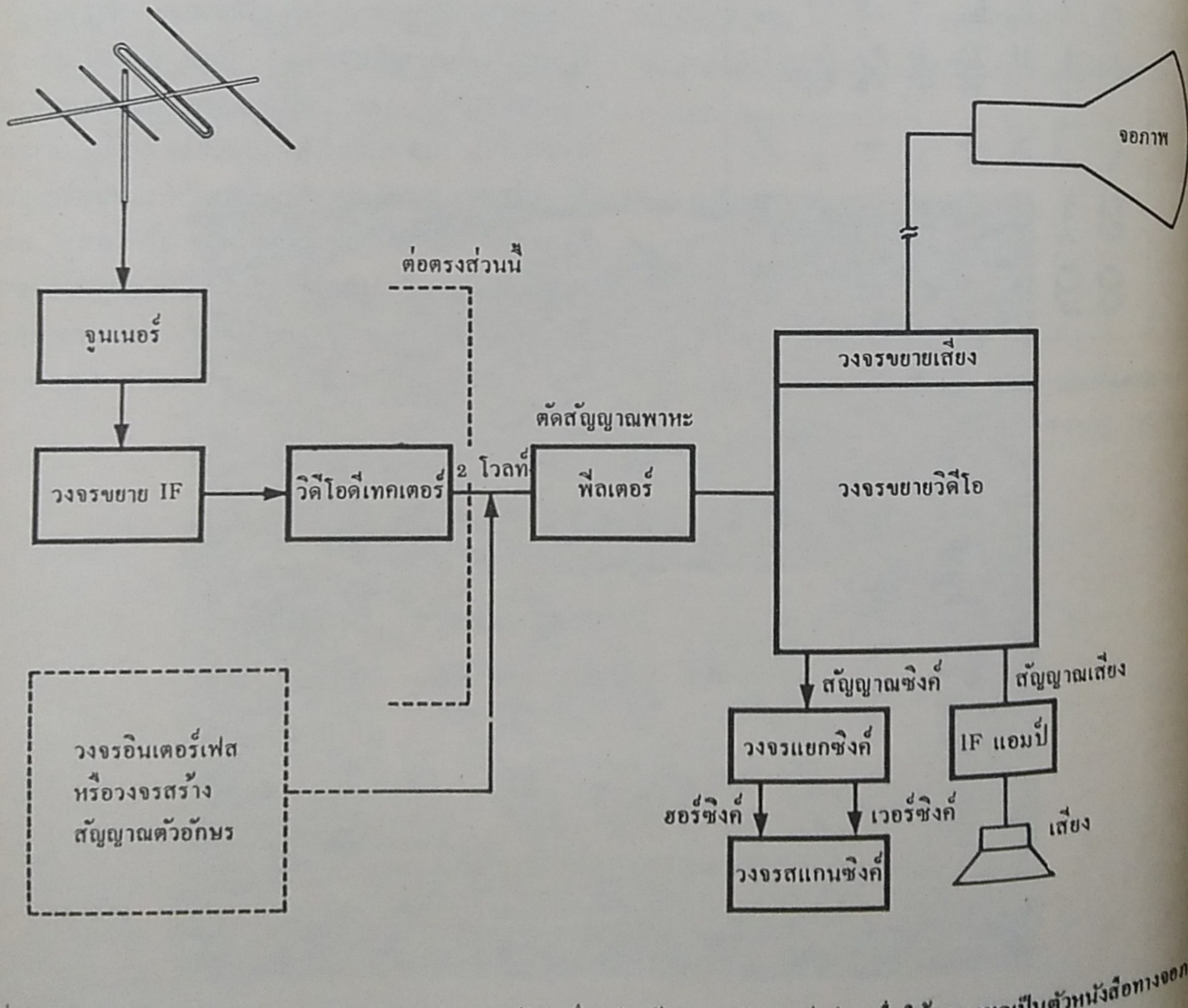
จากหลักการของวงจรโทรทัศน์สัญญาณที่เข้ามาจะต้องมอดูเลทรวมมากับสัญญาณพาหะ แต่จากการที่เรานำเอาสัญญาณจากวงจรสร้างตัวหนังสือป้อนเข้าโดยตรงหลังจากภาควิดีโอดีเทคเตอร์ ทำให้วงจรสร้างภาพตัวอักษรไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกัน ข้อเสียของการต่อเข้าทางภาควิดีโอที่เห็นชัดสำหรับนักคอมพิวเตอร์สมัครเล่นคือต้องเปิดเครื่องทีวีและหาจุดต่อ ดังนั้นจึงมีบางวงจรที่มีวงจรมอดูเลทสัญญาณความถี่ทีวี เพื่อป้อนสัญญาณเข้าทางสายอากาศ

หลักการสร้างภาพตัวอักษร

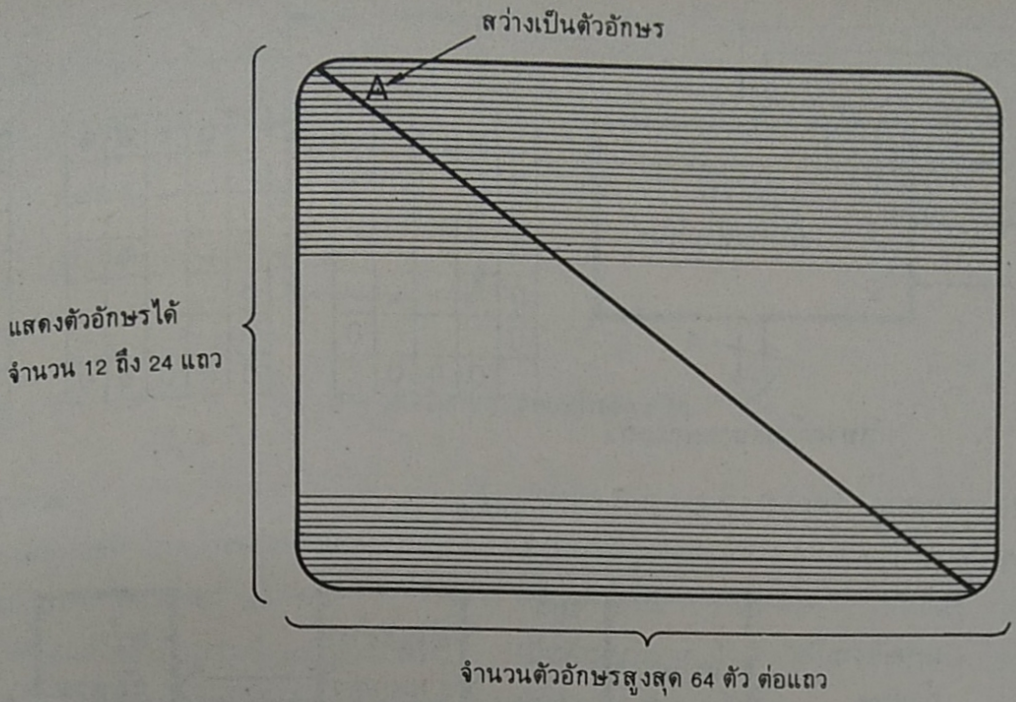
ในการอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องรับโทรทัศน์กับวงจรสร้างตัวอักษรจำเป็นต้องเข้าใจถึงหลักการของโทรทัศน์เป็นอย่างดีเสียก่อน กล่าวคือช่วงการกวาดหรือจำนวนเส้นของการกวาดอาจมีได้ 525 เส้น 625 เส้น จำนวนภาพที่ใช้ในการกว่าดจะอยู่ได้จำนวนภาพไม่น้อยกว่า 25 ภาพต่อวินาทีเพื่อให้ได้ภาพที่นิ่งจากรูปที่ 8 เป็นการแสดงการกวาดเป็นตัวอักษร

การสร้างตัวอักษร

การปรากฏของตัวอักษรบนจอภาพจะแสดงในลักษณะเป็นจุดเมตริกซ์ รูปแบบของเมตริกซ์ที่ใช้กันมากมีอยู่ 2 รูปแบบ คือขนาด 5 × 7 ซึ่งเป็นแบบที่พบเห็นมาก กับแบบชนิด 7 × 9 ซึ่งเป็นแบบที่ให้ราย



รูปที่ 7 เป็นบล็อกไดอะแกรมของการดัดแปลงวงจรโทรทัศน์โดยเชื่อมต่อเข้ากับภาคอินเตอร์เฟส เพื่อให้แสดงผลเป็นตัวหนังสือทางจอภาพ



รูปที่ 8 แสดงการกวาดเป็นตัวอักษรของ CRT

ละเอียดของตัวอักษรได้ดีกว่า การใช้รูปแบบตัวอักษร 7 × 9 เหมาะสำหรับตัวอักษรที่ยุ่งยากในบางภาษา แต่ถ้าเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษแล้ว 5 × 7 ก็พอเพียง การที่แสดงจุดเป็นแบบ 5 × 7 ก็หมายถึง 1 ตัวอักษรจะประกอบด้วยการให้การสว่างของจุดต่าง ๆ ในพื้นที่ 35 จุด ถ้าแบ่งเป็นแถว และคอลัมน์แล้วจะมีจำนวนแถว 7 แถว และจำนวนคอลัมน์ 5 แถว ดังนั้นในสวิตซ์ของการสร้างตัวอักษรของแต่ละตัวอักษรจึงต้องมีรูปแบบที่แน่นอน

เนื่องจากการสร้างตัวอักษรจำต้องสร้างจากรหัสสมมติรหัส ASCII 7 บิท ดังนั้นรูปแบบในการสร้างตัวอักษรทุกตัวจะต้องมีรูปแบบที่แน่นอน และรูปแบบเหล่านี้จะเก็บไว้ที่ ROM ที่เรียกว่าวงจรสร้างกำเนิดตัวอักษร ลองพิจารณาวงจรสร้างกำเนิดตัวอักษร (character generator) จากรูปที่ 9

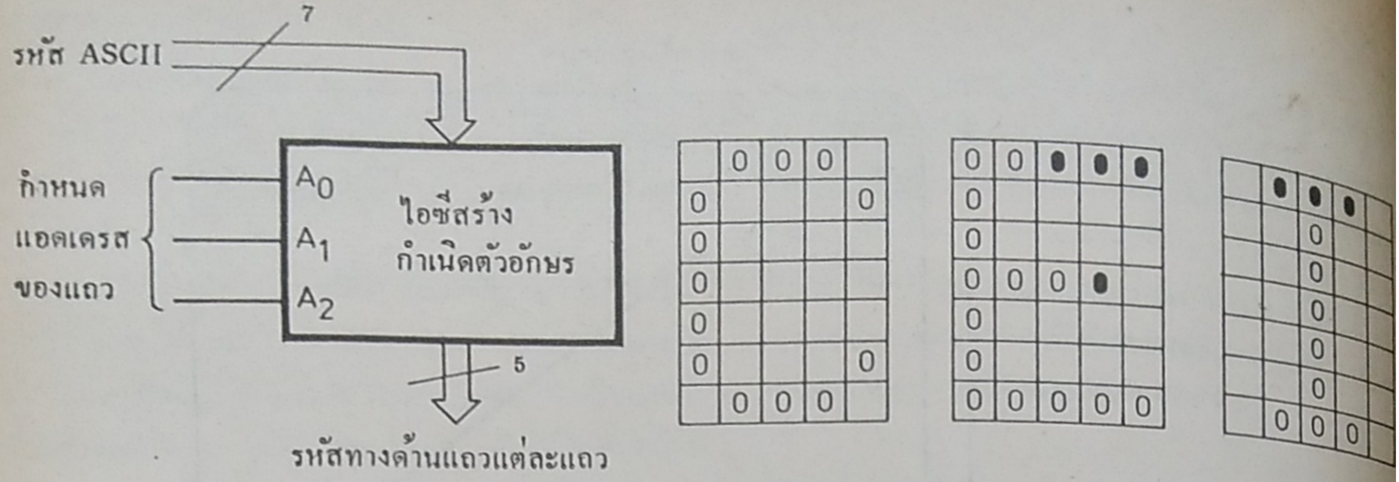
จะเห็นว่าเมื่อกำหนดรหัส ASCII ตัวใดตัวหนึ่งเข้ามาและถ้าเราต้องการเอาท์พุทที่จะกระทำให้จุดใดจุดหนึ่งสว่าง ก็กำหนดด้วยแอดเดรสทางแถว คือ A_0 - A_2 ซึ่งสามารถถอดรหัสให้เอาท์พุทตามจุดสว่างของแต่ละแถวนั้น ๆ เมื่อนำส่วนของการกำเนิดตัวอักษรมาสร้างให้เป็นความสว่างของราสเตอร์บนหน้าจอจำเป็นจะต้องมีหน่วยความจำเพื่อจดจำว่าตำแหน่งต่าง ๆ บนราสเตอร์นั้นต้องการให้สว่างเป็นตัวอักษรใด ทั้งนี้เพราะในแต่ละวินาที การสแกนของภาพเปลี่ยนไปได้มาก วิธีการนี้อาศัยหลักการสร้างสัญญาณภาพด้วยบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 10

การสร้างราสเตอร์เป็นการนำเอารูปแบบของหน่วยความจำมายังส่วนสร้างตัวอักษร โดยแต่ละเส้นจะได้รับการกำหนดเป็นจุดสว่างตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องการ และในขณะเดียวกัน ถ้าหากมีการส่งข้อมูลตัวอักษรมาใหม่ ตัวอักษรจะได้รับการบรรจุเข้าในหน่วยความจำตามแอดเดรสที่ถูกต้องเพื่อใช้ในการสแกนราสเตอร์ตลอดเวลา

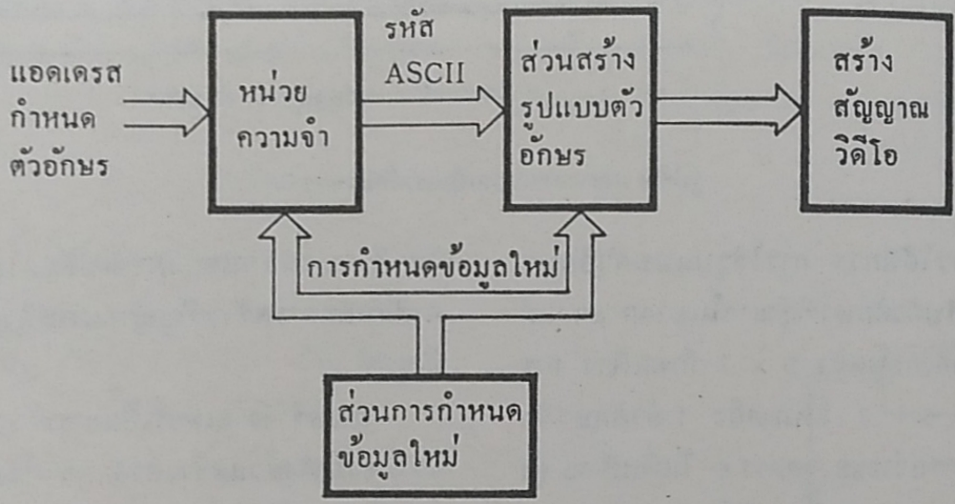
สัญญาณวิดีโอเป็นสัญญาณอนุกรมข้อมูล (serial data)

ลักษณะของจุดสว่างที่ปรากฏในแต่ละแถวจะปรากฏแบบขนานเช่น กำหนดแถวแรกของตัวอักษรตัวที่ 1 ก็จะได้ข้อมูล 5 บิทปรากฏออกมาและถัดต่อไปก็จะกำหนดข้อมูลแรกของตัวอักษรตัวที่ 2,3.....80 ต่อไป ข้อมูลที่ปรากฏจากตัวสร้างรูปแบบตัวอักษรจะได้รับการแปลงให้เป็นสัญญาณอนุกรม

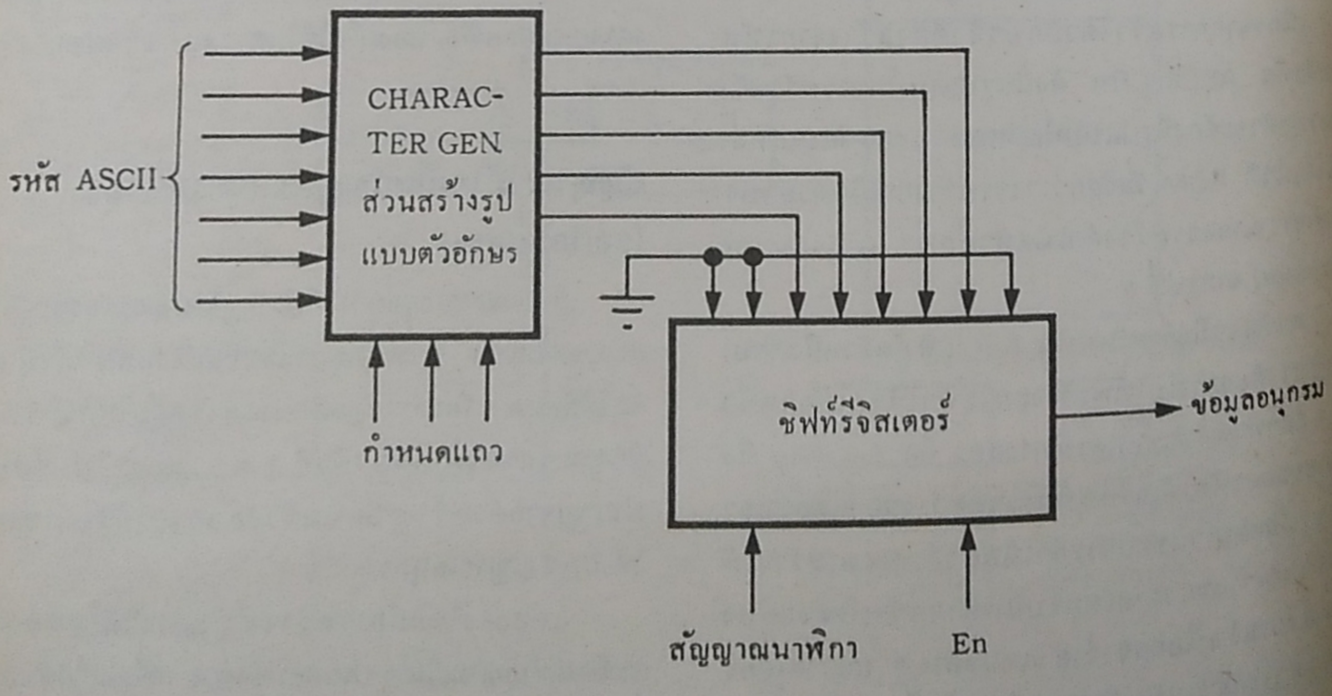
แต่อย่างไรก็ดีการสร้างสัญญาณวิดีโอนี้จำเป็นจะต้องมีสัญญาณอื่น ๆ ประกอบอีกด้วย เพื่อให้ได้สัญญาณเป็นสัญญาณคอมโพสิต วิดีโอ (composite video)



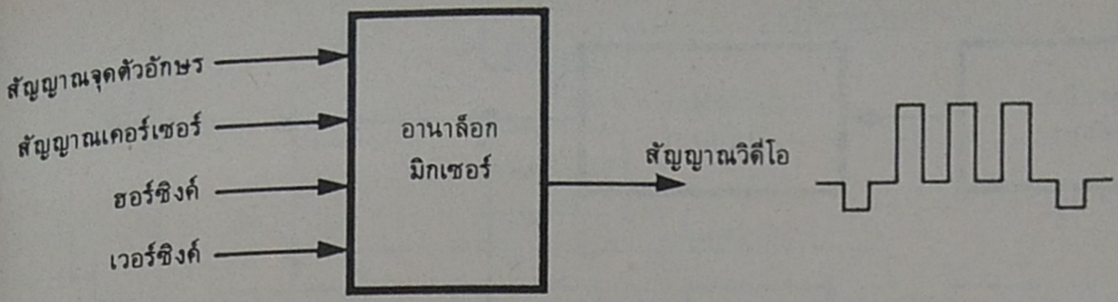
รูปที่ ๙



รูปที่ 10 บล็อกไดอะแกรมการสร้างราสเตอร์



รูปที่ 11 ข้อมูลอนุกรมของตัวอักษรแถวเดียวกันจะอนุกรมตามกันมา



รูปที่ 12 การสร้างสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอ

สัญญาณนี้ประกอบด้วย

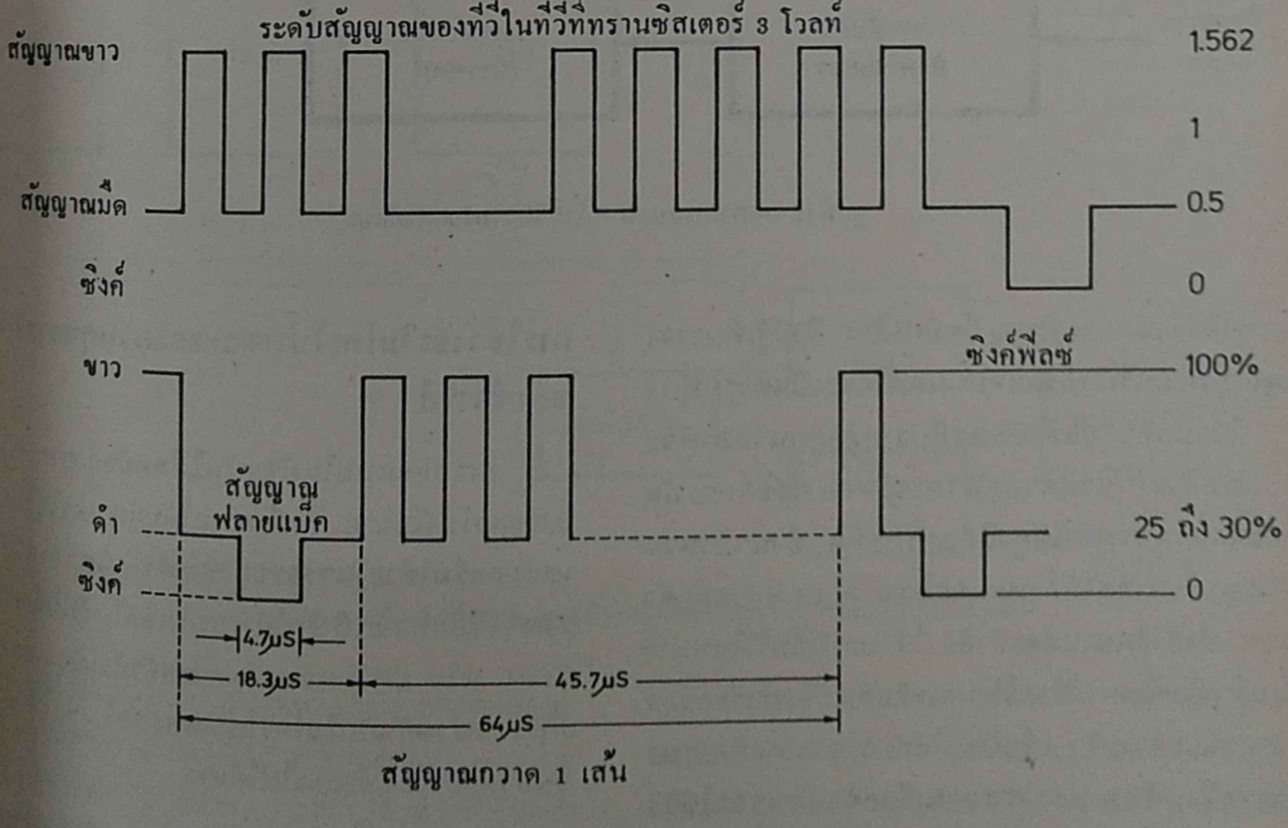
1. สัญญาณจุดที่บอกความสว่างของตัวอักษร
2. สัญญาณตำแหน่งเคอร์เซอร์ (cursor)
3. สัญญาณที่กำหนดให้ตัวอักษรบริเวณใดกระพริบ
4. สัญญาณซิงค์ซึ่งประกอบด้วยฮอร์ซิงค์และเวอร์ซิงค์

การรวมของสัญญาณเหล่านี้เข้าด้วยกันเพื่อให้ได้สัญญาณคอมโพสิตวิดีโออาศัยหลักการของวงจรอานาล็อกมิกเซอร์ ดังรูปที่ 13

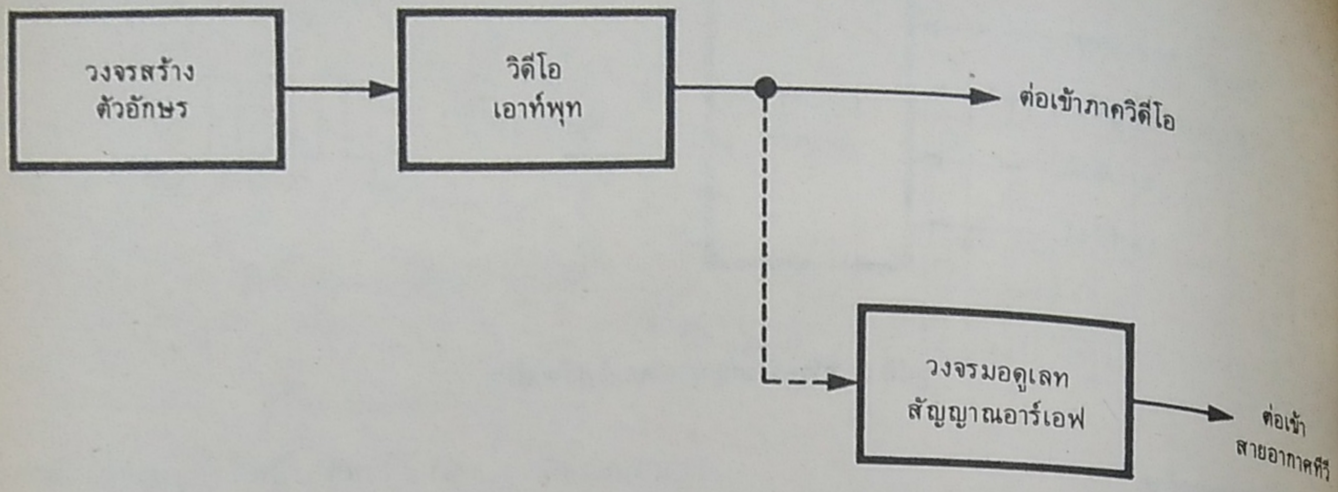
โดยปกติสัญญาณวิดีโอที่ได้จะอยู่ในระดับ 0 ถึง 2 โวลท์ โดยแรงดัน 0.5 ถึง 0.75 สำหรับแทนสัญญาณมืด ส่วนแรงดัน 1.5 ถึง 2 โวลท์ เป็นสัญญาณความสว่าง ส่วนสัญญาณซิงค์ต่าง ๆ นั้นจะมีการกำหนดคาบเวลาที่ตายตัวตามการกำหนดของการสแกนราสเตอร์ รูปที่ 14 เป็นสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอที่ส่งออกมาก่อนการมอดูเลทกับสัญญาณความถี่วิทยุ

การสร้างสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอที่ได้จะอยู่ในรูปของสัญญาณพัลซ์ ในแง่ของวงจรดิจิตอลจึงเป็นเรื่องที่สามารถสร้างได้และมีสัญญาณซิงค์ที่ถูกต้องได้แน่นอน

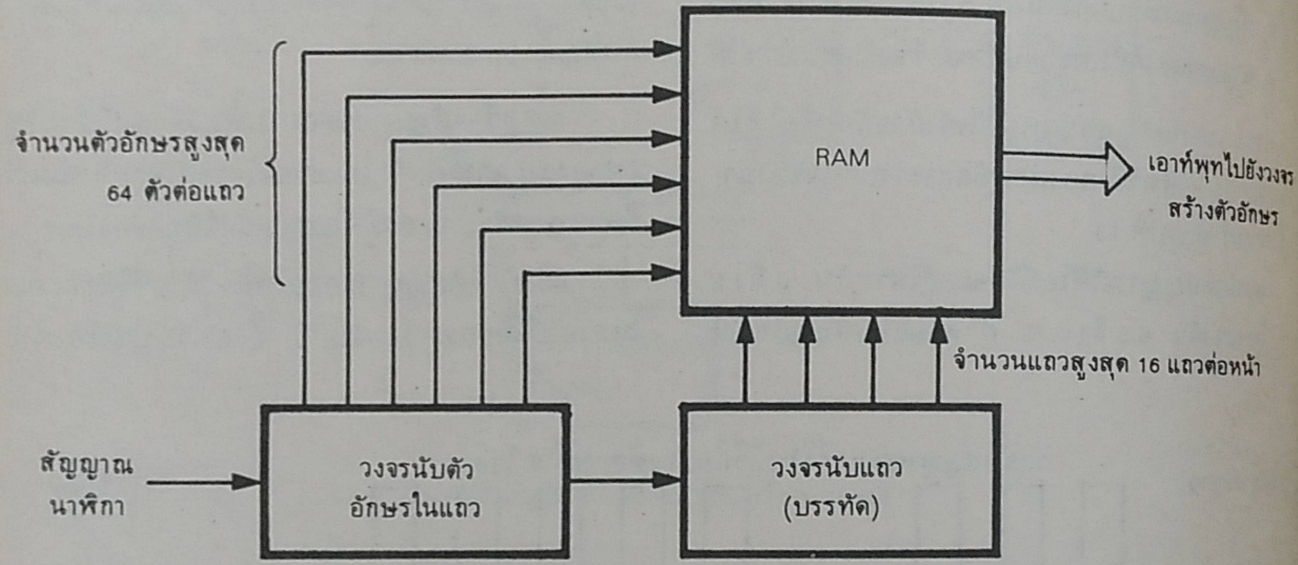
อย่างไรก็ดีสัญญาณคอมโพสิตวิดีโอที่ได้ต้องต่อเข้าในภาควิดีโอของเครื่องรับทีวี ซึ่งนับว่าเป็นเรื่องยุ่งยาก



รูปที่ 13 สัญญาณกวาดหนึ่งเส้น



รูปที่ 14 วงจรวิดีโอและวงจรมอดูเลทอาร์เอฟ



รูปที่ 15 แสดงการสแกน RAM ในการเรียกตัวอักษร

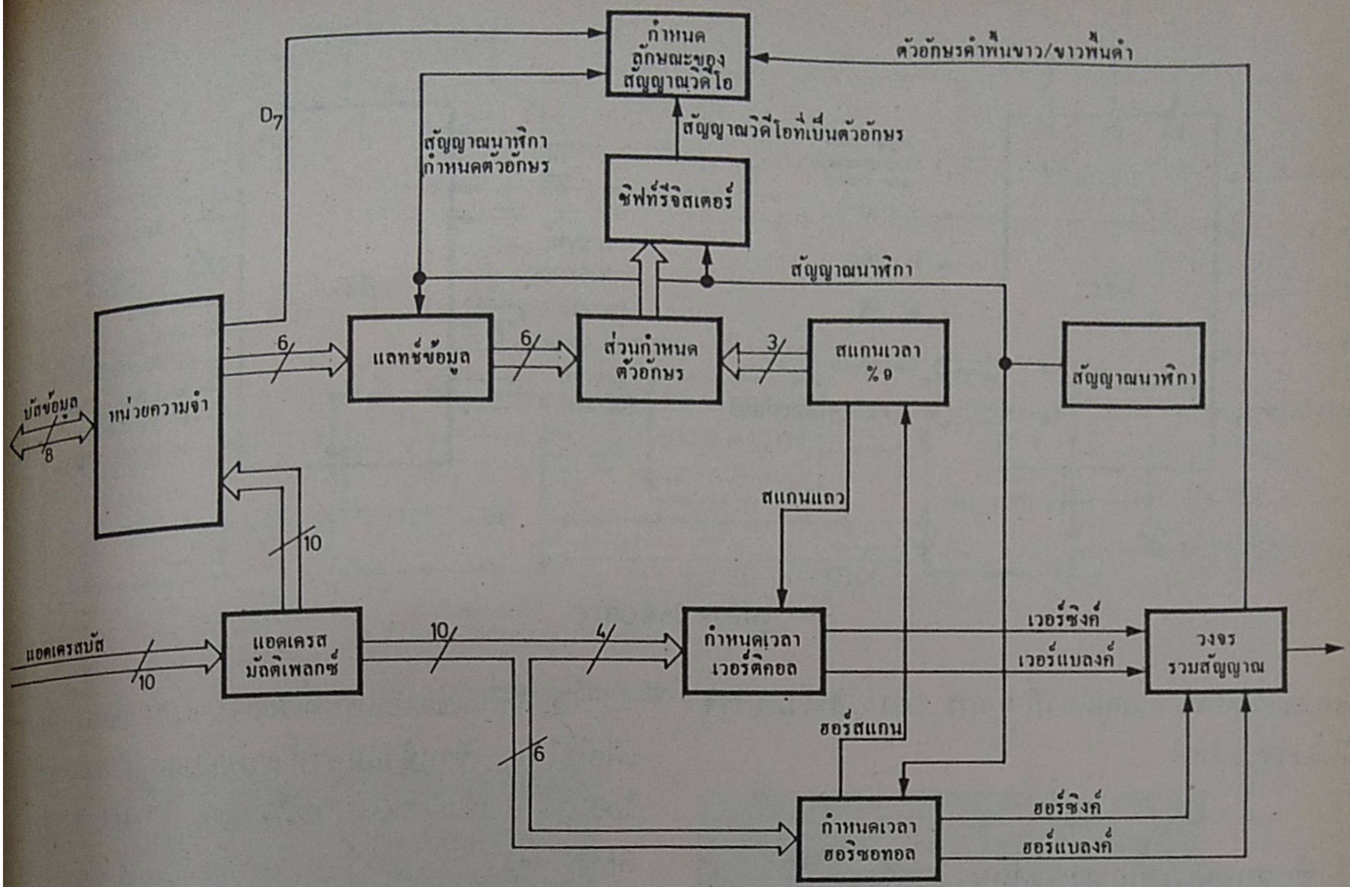
ต่อการใช้ของนักคอมพิวเตอร์สมัครเล่น จึงมีผู้เพิ่มวงจรมอดูเลททางอาร์เอฟเพิ่มเติม ผลที่ได้จะเป็นดังรูปที่ 15

โดยปกติข้อมูลตัวอักษรที่ปรากฏอยู่บนจอภาพจะประกอบด้วยจำนวนตัวอักษรอาจถึง 80 ตัวต่อบรรทัด และมีจำนวนบรรทัดได้สูงถึง 24 บรรทัด ดังนั้นจำนวนตัวอักษรที่ปรากฏได้ทั้งหมดจะมี 80 × 24 = 1,920 ตัวอักษร ซึ่งตัวอักษรแต่ละตัวต้องได้รับการเก็บไว้ในหน่วยความจำเมื่อต้องการเรียกใช้ในการสแกน จึงจะเรียกออกมาจากหน่วยความจำ เพื่อป้อนให้กับวงจรสร้างตัวอักษรอีกต่อหนึ่ง ลักษณะการสแกนเรียกตัวอักษรจะใช้วิธีการดังรูปที่ 16

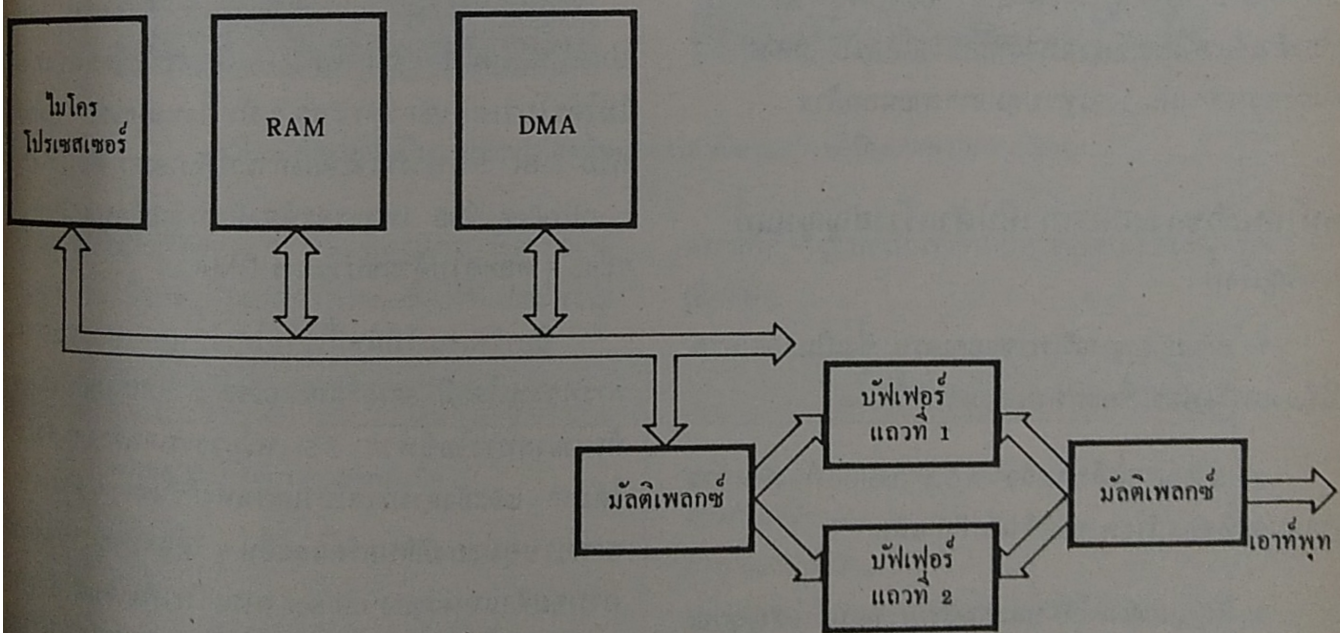
การใช้วงจรไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานของซีอาร์ที

การออกแบบในปัจจุบันได้ลดข้อยุ่งยากทางด้านฮาร์ดแวร์ลงไปมาก ทั้งนี้เพราะได้มีผู้นำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาช่วยในวงจรของซีอาร์ที นอกจากนี้ยังมีผู้ผลิตไอซีอีกหลายบริษัทได้ทำการผลิตไอซีที่มีชื่อเรียกว่า CRTC หรือ CRT controller โดยตัวมันเป็นแอลเอสไอที่ทำงานร่วมกันกับไมโครโปรเซสเซอร์ ทำให้วงจรใช้ชิ้นส่วนของไอซีน้อยลงไปได้มาก

หลักการเบื้องต้นในการส่งข้อมูลเพื่อรีเฟรช (แอ-

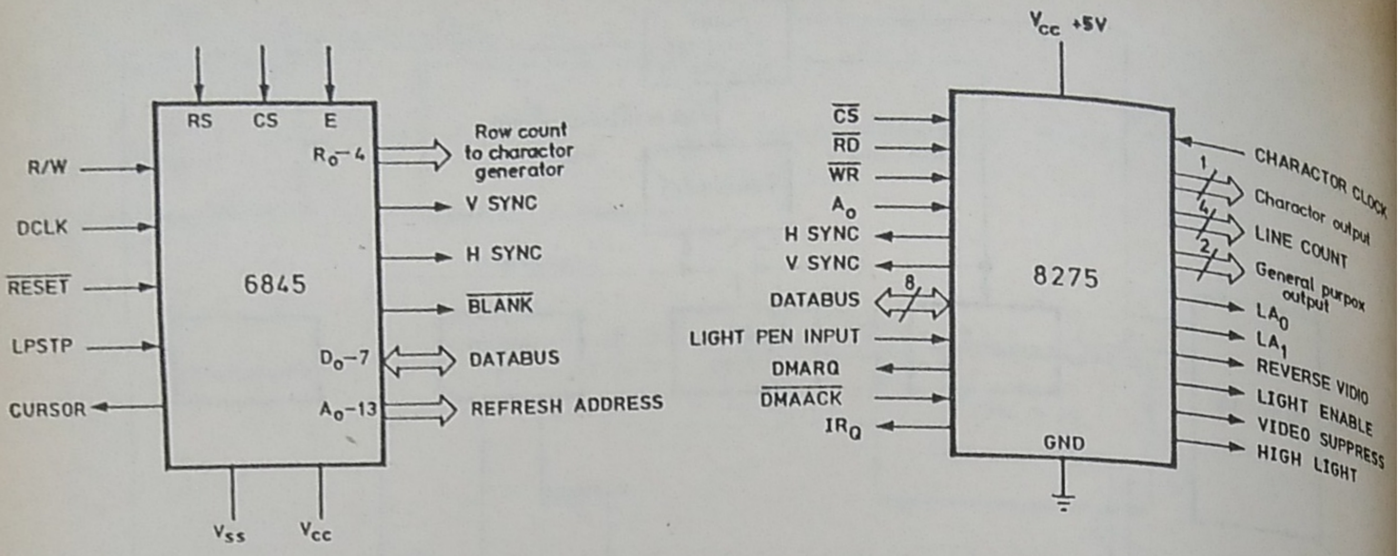


รูปที่ 16 บล็อกไดอะแกรมของวงจรซีอาร์ทีเทอร์มินัล



รูปที่ 17 แสดงการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการรีเฟรชข้อมูลเพื่อการสแกนในแต่ละแถว

fresh) หน่วยความจำในการกำหนดรูปแบบของตัวอักษรทำได้โดยวิธีการทาง DMA (direct memory access) ซึ่งวิธีการนี้ทำให้ข้อมูลจากหน่วยความจำที่หนึ่งย้ายเข้าไปเก็บไว้ยังส่วนบัฟเฟอร์ได้อย่างรวดเร็ว และส่วนการสแกนจะรับเอาไปสร้างตัวอักษรอีกต่อหนึ่ง หลักการพื้นฐานแสดงให้เห็นดังรูปที่ 18 DMA จะทำการส่งข้อมูลจาก RAM มาเก็บในบัฟเฟอร์แถวที่ 1 ในขณะที่ข้อมูลในแถวที่ 2 ก็กำลังได้รับการนำไปสแกน ครั้นเมื่อหมดแถวที่



รูปที่ 18 ไอซี CRTC

สองแล้วก็หันมาสแกนแถวที่ 1 การ DMA ก็จะมาบรรจุในแถวที่ 2 ใหม่

ไอซีควบคุมการแสดงตัวอักษร (CRTC)

ไอซี CRTC (CRT-controller) เป็นไอซีที่ทำงานควบคุมการแสดงผลของจอภาพ โดยการทำงานจะต้องต่อเชื่อมกับไมโครโปรเซสเซอร์ อย่างไรก็ดีไอซีตัวนี้เพียงตัวเดียวก็ไม่สามารถทำงานอะไรได้ครบ ต้องอาศัยหน่วยความจำและวงจรควบคุมจากภายนอกด้วย

หน้าที่หลักของ (CRTC) เป็นตัวสร้างสัญญาณที่สำคัญดังนี้

1. สร้างสัญญาณรีเฟรชแอดเดรส ซึ่งเป็นแอดเดรสที่ต้องการรีเฟรชเพื่อแสดงผลบนจอภาพ

2. สัญญาณเลือกแถว (row select) เป็นการกำหนดให้จุดสว่าง ๆ ตามลำดับที่กำเนิด

3. สัญญาณซิงค์ให้กับสแกนซึ่งประกอบด้วยสัญญาณซิงค์แนวดิ่งและแนวราบ (H sync, V sync)

4. สัญญาณอีนาเบิล

นอกจากนี้ CRTC ยังมีฟังก์ชันพิเศษได้อีก ซึ่งได้แก่

1. ให้เคอร์เซอร์ (Cursor output) หรือกำหนดตำแหน่งของ cursor

2. มีส่วนของอินพุทที่เรียกว่า light pen input เพื่อใช้ในการเขียนตัวอักษรด้วยปากกาแสงตัวอย่างของไอซี CRTC ได้แก่ MOTOROLA 6845, INTEL 8276, SMC 5027

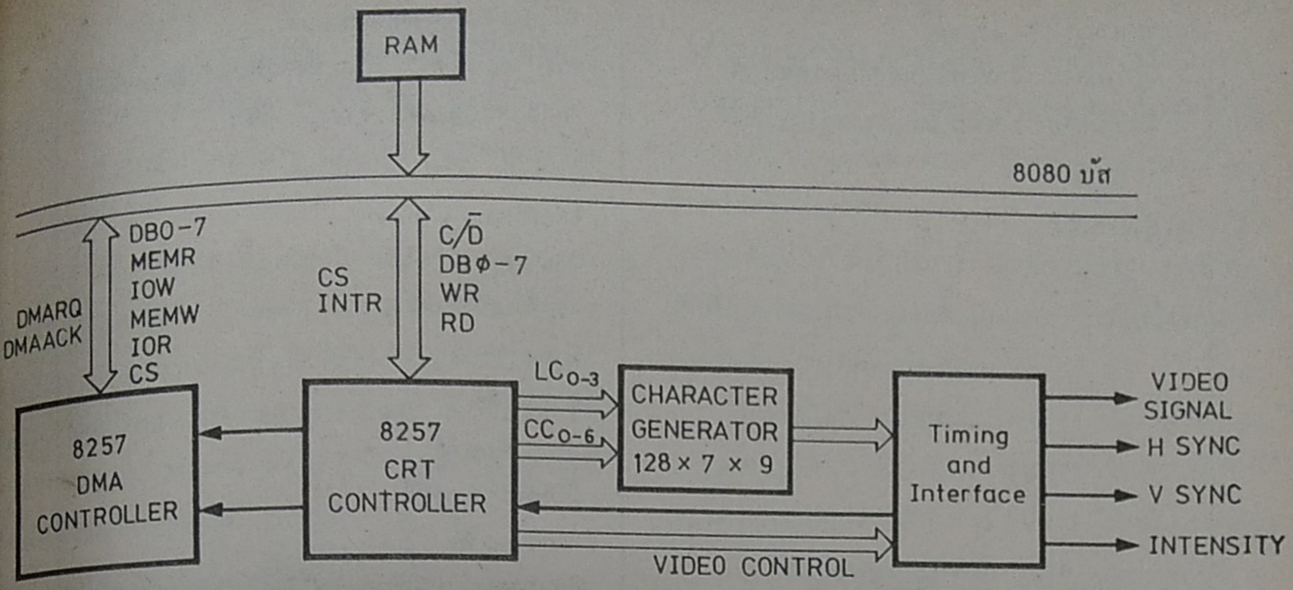
ตัวอย่างบล็อกไดอะแกรมการใช้ CRTC

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างไอซีของอินเทลคือ 8275 โดยปกติไอซีตัวนี้สามารถให้การอินเตอร์เฟสโดยตรงกับไมโครโปรเซสเซอร์ตระกูล 8 บิททั้งหลายเช่น 8080 หรือ Z-80 การทำงานจะต้องทำร่วมกับ 8257 คือ DMA controller ด้วย เพราะจะต้องมีการถ่ายข้อมูลกับเป็นระยะ ๆ ตลอดไปด้วยขบวนการ DMA

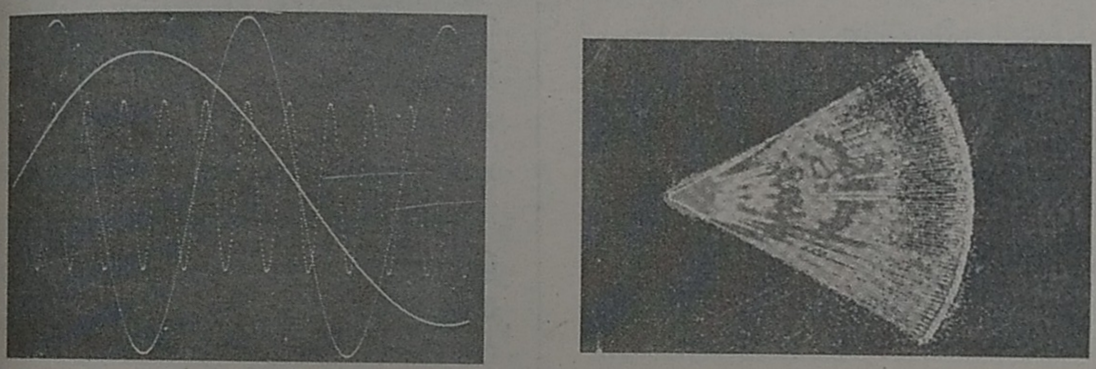
ซีอาร์ทีเทอร์มินัลที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานโดยมี 8275 และ 8257 ทำงานร่วมกันจะลดข้อยุ่งยากทางไอซีพวก SSI หรือวงจรเกทต่าง ๆ ลงไปได้มาก และยังสามารถโปรแกรมฟังก์ชันต่าง ๆ ที่มาจากการควบคุมของคีย์บอร์ดและอื่น ๆ ได้อีกมาก เช่นการควบคุมตำแหน่งของ cursor การแก้ไขเพิ่มเติมตัวอักษรทำให้ฟังก์ชันการทำงานของซีอาร์ทีเทอร์มินัลเป็นไปได้มากสมกับเป็นอินเทลลิเจนต์เทอร์มินัล (intellegent terminal)

รายละเอียดของซีอาร์ทีเทอร์มินัล

ในการพิจารณาคุณลักษณะของซีอาร์ทีเทอร์มินัล



รูปที่ 19 บล็อกไดอะแกรมของ CRTO



รูปที่ 20 ซีอาร์ทีที่ใช้ในการเขียนรูปอาศัยหลักการกำเนิดจุดสว่างที่ต้องการความละเอียดสูง

รายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ ที่จะต้องนำมาพิจารณามีมากมาย ในที่นี้ขอสรุปสเปคทั่วไปของซีอาร์ที และความหมายที่สำคัญเพื่อเป็นหลักในการเปรียบเทียบหรือพิจารณาเลือกซื้อ

ความต้องการ	ข้อพิจารณา
1. ความสามารถในการอ่านตัวหนังสือ	- สามารถเลือกตัวอักษรพื้นดำตัวหนังสือขาว หรือพื้นขาวตัวหนังสือดำ - ความคมชัด ไม่สั่น - ระดับตัวหนังสือกับระดับสายตา (โดยทั่วไปควรสูงกว่า 13 นิ้วจากโต๊ะ) - มีแกลร์หรือไม่ (เงาสะท้อน)
2. จำนวนตัวอักษรและบรรทัด	- ทั่วไป 24 บรรทัด ๆ 80 ตัวอักษร
3. อักษตัวใหญ่-เล็ก	- ทั่วไปใช้รหัส ASCII 96 ตัวอักษร
4. ขนาดตัวหนังสือ	- ทั่วไปขนาด 5 × 7 แต่ถ้าเป็น 7 × 9 หรือ 9 × 12 จุดจะทำให้อ่านง่าย
5. ลักษณะของ cursor	- รูปร่างอาจเป็นสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม ฯลฯ

6. ลักษณะการป้อนข้อมูล	- ทั่วไปจุดเริ่มต้นจากมุมซ้ายบน
7. มีความสามารถในการป้อนตัวอักษรที่ใดก็ได้	- การเลื่อน cursor พร้อมทั้งตัวพิมพ์ตัวอักษรที่ใดได้
8. มีความสามารถในการเลื่อนตำแหน่ง cursor ไปที่ใดก็ได้	- เพื่อกำหนดตำแหน่งตัวอักษรต่าง ๆ
9. ผู้ใช้ใช้ได้ง่าย	- แยกคีย์ควบคุม cursor - สามารถ repeat ได้ - แยกคีย์เคลียร์ - มี shift lock - มี TAB คีย์ - Send page คีย์ - มี back space คีย์ - Send line คีย์
10. ช่วยในการป้อนข้อมูลได้ถูกต้อง	- กำหนดฟอร์แมทของข้อมูลได้ - โปรแกรมความเข้มของแสงตัวหนังสือได้ - โปรแกรมการกะพริบของตัวอักษร - โปรแกรมดำพื้นขาวและขาวพื้นดำ
11. ในการป้อนข้อมูลได้ง่าย	- โปรแกรมการแทรกบรรทัด การแทรกตัวอักษร - สามารถลบตัวอักษร - ค้นหาตัวอักษร
12. ความปลอดภัย	- สามารถล็อกคีย์ได้ - กำหนดให้ไม่แสดงผลแต่รับข้อมูลอย่างเดียว
13. เปลี่ยน local-online	- มีสวิตช์เลือก
14. สามารถควบคุมโหมดได้ง่าย	- มีคีย์ new line - มีคีย์เลือก half/full duplex - มีคีย์ auto line feed - มีคีย์ seroll enable - เลือกเพจได้
15. ติดต่อส่งข้อมูลได้ง่าย	- พิจารณาส่วนการอินเตอร์เฟส - มีส่วนการอินเตอร์เฟสแบบซิงโครนัส - ลักษณะพอร์ทการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์

อธิบายความหมายของศัพท์

☐ ANSI คีย์บอร์ด เป็นมาตรฐานของอเมริกัน (American National Standard Institue key board) เป็นการกำหนดคีย์บอร์ดและการกำหนดลักษณะของคีย์

☐ ASCII คือ คำย่อของ American Standard Code for Information and Interchange เป็นมาตรฐานการกำหนดรหัสให้กับตัวหนังสือ เช่น A คือ 1000001 หรือ 14_{16} เป็นต้น

☐ **บอย์ด** (Baud) คือจำนวนบิทต่อวินาที การส่ง 110 บอย์ด หมายถึงความเร็วในการส่ง 110 บิทต่อวินาที

☐ **วงจรสร้างตัวอักษร** (character generator) คือส่วนของวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนโค้ดของตัวอักษร ซึ่ง เปลี่ยนแปลงจากรหัส เช่น ASCII ให้เป็นรูปแบบหรือ จุดของตัวอักษรซึ่งเป็นแถวและคอลัมน์

☐ **เคอร์เซอร์** (cursor) คือตำแหน่งของตัวอักษร ซึ่งถ้าได้พิมพ์จะลงในตำแหน่งการกำหนดไว้นี้ ลักษณะของเคอร์เซอร์อาจมีรูปแบบได้แตกต่างกัน

☐ **โมเดม** เป็นส่วนของวงจรรวมคือ วงจรมอดูเลเตอร์ และวงจรดีมอดูเลเตอร์ ส่วนของวงจรมอดูเลเตอร์จะเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลให้เป็นอานาล็อก ส่วนของ

วงจรดีมอดูเลเตอร์จะแปลงกลับ

☐ **ราสเตอร์** คือส่วนของการสแกนภาพขึ้นปรากฏบนจอเป็นเส้นขาว ๆ โดยขณะยังไม่มีสัญญาณ

☐ RS 232 เป็นมาตรฐานการอินเตอร์เฟสข้อมูลทางอนุกรม

☐ UART เป็นคำย่อมาจาก Universal Asynchronous Reciever Transmiter หรือส่วนของวงจรรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส การส่งแบบนี้จะประกอบด้วยบิทสต่าร์ท ข้อมูล 5 ถึง 9 บิท บิทพาริตี้และบิทสต๊อบอีกไม่น้อยกว่า 2 บิท วิธีการส่งเช่นนี้สามารถเรียงข้อมูลแบบอนุกรมได้

☐ **อินเทลลิเจนต์ เทอร์มินัล** (intelligent terminal) หมายถึงอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท หรือเพอริเฟอรัล ของคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถในการรับรู้คำสั่งในการควบคุมหรือสั่งการทำงานได้สูงในปัจจุบันอินเทลลิเจนต์เทอร์มินัลมักมีการควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

☐ **ฮาร์ฟดูเพล็กซ์**(half duplex) หมายถึงการติดต่อรับส่งข้อมูลในสายร่วมระหว่างสัญญาณและกราวนด์เพียงคู่สายเดียว ดังนั้นขณะที่ตัวหนึ่งเป็นตัวรับอีกตัวจะเป็นตัวส่งจะส่งและรับข้อมูลพร้อมกันในเวลาเดียวกันไม่ได้

☐ **ฟูลดูเพล็กซ์** (full duplex) หมายถึง ระบบการรับส่งข้อมูลที่รับและส่งคนละเส้นทาง ทำให้สามารถรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้

☐ hands shaking คือขบวนการหรือกรรมวิธีในการเชื่อมต่อระหว่างซีพียูกับเพอริเฟอรัลในการตรวจสอบสถานะเพื่อป้องกันการส่งข้อมูลมาทับซ้อนของเดิมหรือรอรับข้อมูลในช่วงเวลาที่ช้าเกินไป ด้วยวิธีนี้อุปกรณ์ตัวส่งจะส่งสัญญาณ Request มายังตัวรับว่าจะส่งข้อมูลแล้ว ถ้าอุปกรณ์ตัวรับพร้อมที่จะรับสัญญาณข้อมูลก็จะส่งสัญญาณ Acknowledge ตอบไปว่าพร้อมแล้วขบวนการรับส่งข้อมูลก็จะเกิดขึ้น

☐ ROM หมายถึง Read Only Memory คือหน่วยความจำที่ได้รับการโปรแกรมไว้แล้วและพร้อมที่จะให้ข้อมูลออกมาได้ทันทีเมื่อมีการเรียกแอดเดรสนั้น

☐ **สัญญาณคอมโพสิตวิดิโอ** (composit video signal) คือสัญญาณที่ประกอบด้วยสัญญาณวิดีโอและสัญญาณซิงค์ต่าง ๆ ที่พร้อมที่จะมอดูเลทกับสัญญาณความถี่สูง เพื่อให้เป็นสัญญาณที่ส่งออกทางสายอากาศ

☐ DMA (Direct Memory Access) เป็นขบวนการในการถ่ายเทข้อมูลข้อมูลจำนวนมากจากอุปกรณ์ส่วนหนึ่งไปยังอุปกรณ์อีกส่วนหนึ่งอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องผ่านซีพียู

☐ **รีเฟรช** (refresh) คือขบวนการทำข้อมูลให้ทันสมัยหรือใหม่อยู่เสมอ กล่าวคือ ถ้ามีข้อมูลใดที่จะต้องเปลี่ยนแปลงมันจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลนั้นทันที

☐ CRT Controller คือชิ้นส่วน LSI ที่ควบคุมการทำงานของซีอาร์ทีที่เป็นอุปกรณ์หลัก เมื่อใช้ร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์จะแทนวงจรฮาร์ดแวร์ที่เป็นแบบลอจิกเดิมของวงจรซีอาร์ที

อินเตอร์เฟสเทปคาสเซตต์

เริ่มต้นจากการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

การทำงานของคอมพิวเตอร์อาศัยหลักการทางด้านความไวและรวดเร็วเป็นแฟกเตอร์หนึ่งของขีดความสามารถ ดังนั้นในโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ทั่วไป

หลายต่อหลายท่านคงแปลกใจว่าข้อมูลทางคอม-พิวเตอร์จะเก็บไว้ในเทปคาสเซตต์ได้อย่างไร แตกต่างกับการบันทึกเสียงอย่างไร และการเชื่อมต่อระหว่างตัวไมโครคอมพิวเตอร์ที่ทำงานร่วมกับเทปคาสเซตต์นั้นทำได้อย่างไรบทความนี้จะกล่าวถึงพื้นฐานของการบันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์ลงบนเทปคาสเซตต์ และการเชื่อมต่อ (interface) ตลอดจนเทคนิคและมาตรฐานที่สำคัญ

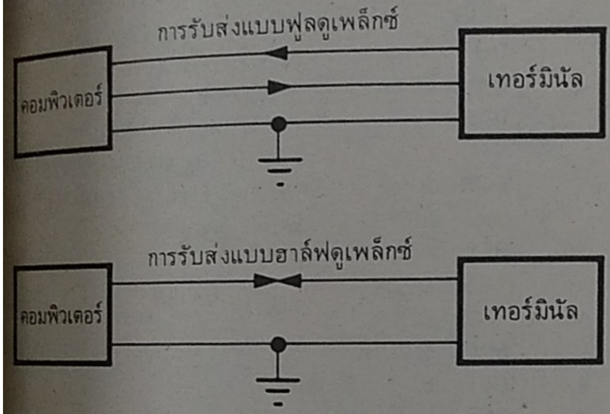
ที่ใช้กันมาก จึงมักมีการรับส่งข้อมูลกันแบบขนาน เช่น จากซีพียูไปยังหน่วยความจำ จากซีพียูไปยังอุปกรณ์อินพุท-เอาท์พุท เป็นต้น แต่ถ้าข้อมูลนั้นต้องเดินทางไประยะไกล ๆ เช่นไปตามสายโทรศัพท์เป็นระยะทางพัน ๆ กิโลเมตร ความสิ้นเปลืองในเรื่องสายข้อมูลก็มีตามมา หรือ



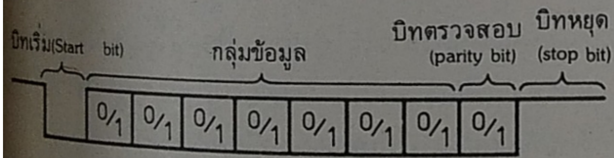
รูปที่ 1 เทปคาสเซตต์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลราคาถูก

ถ้าต้องการบันทึกข้อมูลลงในเทปคาสเซตต์ หรือจานแม่เหล็กก็จะต้องมีจำนวนร่องบันทึกเป็นจำนวนมากเท่ากับจำนวนสายของข้อมูลซึ่งก็ยากต่อการกระทำอีกเช่นกัน ดังนั้นในระบบไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้จัดทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บางตัวด้วยลักษณะอนุกรมคือข้อมูลเดินเรียงกันออกไป

ในการรับส่งนั้นจะเห็นได้ว่าข้อมูลนั้นอาจจะต้องเดินทางไปและกลับ ถ้าให้การเดินทางของข้อมูลไปและกลับคนละสายโดยในเวลาเดียวกันสามารถทำการรับและส่งได้พร้อมกัน วิธีการเช่นนี้เรียกว่าฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) และถ้าการรับและส่งมาในสายเดียวกันคือจะเป็นการรับ ก็รับอย่างเดียวไปก่อนรอจนรับเสร็จแล้วจึงส่งลักษณะเช่นนี้เรียกว่า ฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (half duplex)



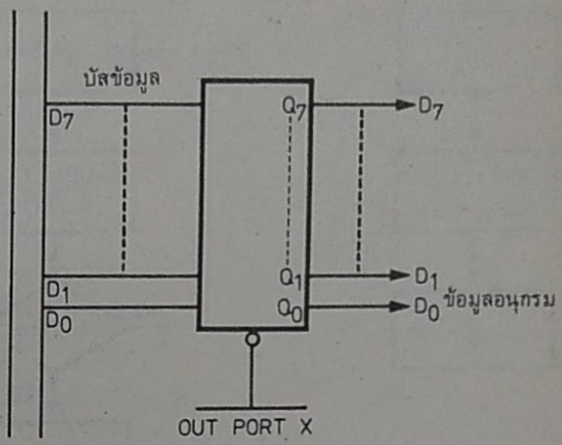
รูปที่ 2 ลักษณะของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม



รูปที่ 3 รูปฟอร์มของข้อมูล

รูปฟอร์มของข้อมูล

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมนี้พอแบ่งแยกออกเป็นแบบได้ 2 แบบคือ แบบซิงโครนัส (synchronous) และแบบอะซิงโครนัส (asynchronous) แต่ในการใช้สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปมักส่งแบบอะซิงโครนัส ซึ่งรูปฟอร์มของข้อมูลนั้นจะประกอบด้วยกลุ่มข้อมูลหลาย ๆ บิทรวมกันเรียกว่าข้อมูล 1 ชุด เช่นข้อมูลตัวอักษร A จะมีลักษณะเป็น "1000001" ซึ่งเป็นข้อมูลขนาด 7 บิท เมื่อส่งไปในสายเราจะทราบได้อย่างไรว่ากลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มอยู่ที่ใด ในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะหลักการทางอะซิงโครนัสเท่านั้นก่อน ลองพิจารณารูปฟอร์มของข้อมูลที่เรียงกันออกมาเมื่อเทียบกับเวลาในรูปที่ 3

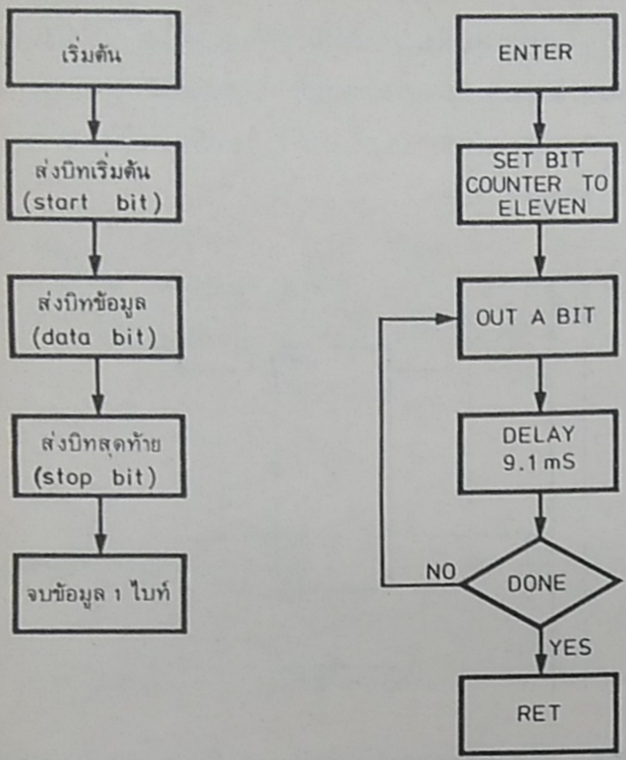


รูปที่ 4 แสดงลักษณะการต่อเอาท์พุทพอร์ทแบบง่าย ๆ โดยใช้ D ฟลิปฟลอป

คราวนี้ลองมาพิจารณาดูซิว่า ถ้าข้อมูลเหล่านี้เรียงติดต่อกันมาหลาย ๆ กลุ่ม เราจะแยกแต่ละกลุ่มออกจากกันได้อย่างไร สิ่งที่พบเห็นก็คือก่อนหน้าจะถึงบิทเริ่ม ("ลอจิก"0") สัญญาณข้อมูลจะต้องเป็น "1" มาก่อนไม่น้อยกว่าบิทหยุด (ปกติ 2 บิท) สาเหตุที่ไม่น้อยกว่าก็เนื่องจากข้อมูลที่ส่งมาให้นั้นอาจจะเข้ามาไม่สม่ำเสมอนั่นเอง ดังนั้นเมื่อมีการตรวจสอบพบว่ามีลอจิก "1" ติดกันหลาย ๆ บิทแล้วพบ "0" ต่อมามันจะถือว่าเป็นการเริ่มต้นและจะทำการอ่านข้อมูลในบิทต่อ ๆ มาเมื่อครบก็จะตรวจสอบพาริตี้และตรวจสอบบิทหยุดแล้วรอการตรวจบิทเริ่มต้นในไบท์ต่อไปใหม่อีกครั้ง

แปลงข้อมูลจากขนานเป็นอนุกรม

จากความรู้พื้นฐานของการส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ข้อมูลจะรับเข้าหรือส่งออกในลักษณะพร้อมกันเป็นชุด เช่นไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 เมื่อมีคำสั่ง INP (PORT) ข้อมูลจากพอร์ทนั้นจะเข้าไปยังรีจิสเตอร์ A พร้อมกันทั้ง 8 บิท แต่เมื่อมีการรับ-ส่งแบบอนุกรม จึงต้องมีการแปลงข้อมูลส่วนนี้จากขนานเป็นอนุกรมและจากอนุกรมกลับให้เป็นขนาน และวิธีการแปลงในส่วนนี้สามารถทำโดยหลักการทั่วไปได้ 2 อย่างคือ ด้วยทาง



รูปที่ 5 ผังงานการส่งข้อมูลแบบอนุกรมใน พอร์ทขนาน

ระบบซอฟต์แวร์กับระบบฮาร์ดแวร์ ระบบที่ใช้นี้เราจะเรียกรวมกันว่าเป็นตัวรับส่งข้อมูลแบบอเนกประสงค์ (Universal Asynchronous Receiver and Transmitting) (UART) ซึ่งเป็นได้ทั้งซอฟต์แวร์ UART และฮาร์ดแวร์ UART

การเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้ซอฟต์แวร์ UART

การใช้ซอฟต์แวร์นี้ก็เป็นการนำเอาเอาท์พุทแบบขนานที่มีในระบบคอมพิวเตอร์มาใช้เพียงแต่มองที่บิทใดบิทหนึ่งของมันให้เป็นการส่งหรือรับนั่นเอง

สมมติให้พอร์ท X เป็นเอาท์พุท เมื่อซีพียูส่งสัญญาณ OUT PORT X มา ข้อมูลจากบัสข้อมูลที่ซีพียูส่งมาจะได้รับการแลทช์ไว้ และถ้าต้องการส่งแบบอนุกรมเราจะใช้เพียงบิทเดียวเท่านั้น ในที่นี้สมมติบิท D_0 ดังนั้นเมื่อซีพียูส่งข้อมูลมาได้บิทหนึ่งแล้ว ซีพียูจะต้องชลอเวลาไปอีกเท่ากับช่วงเวลา 1 บิท เมื่อครบเวลาแล้วก็จะส่งบิทต่อมาทางเอาท์พุทบิท D_0 และพอร์ทเดิมอีก ดังนั้นถ้าเรามองที่บิทเดียวก็จะเห็นเหมือนกับคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลแบบอนุกรมออกมา แต่ข้อเสียที่เห็นเด่นชัดคือ ซีพียูจะต้องเสียเวลาในการส่ง ซีพียูไม่สามารถไปทำงานอย่างอื่นได้เลย ลองดูผังงานของโปรแกรมที่ใช้ 8080A ใน การควบคุมการส่งข้อมูลดังกล่าวในรูปที่ 5

ในกรณีนี้สมมติว่าซีพียูมีข้อมูล 1 ไบท์ขนาด 8 บิท ที่ต้องการส่งแบบอนุกรมซีพียูจะทำได้ด้วยการส่งบิทเริ่มต้นไปก่อน ครั้นครบเวลาที่หน่วงไว้ก็จะค่อย ๆ เลื่อน ข้อมูลส่งออกทีละบิทจนครบแล้วจึงส่งบิทสุดท้ายอีก 2 บิทเป็นต้น

สำหรับกรณีโปรแกรมตามผังงานดังกล่าวเขียนได้ดังนี้

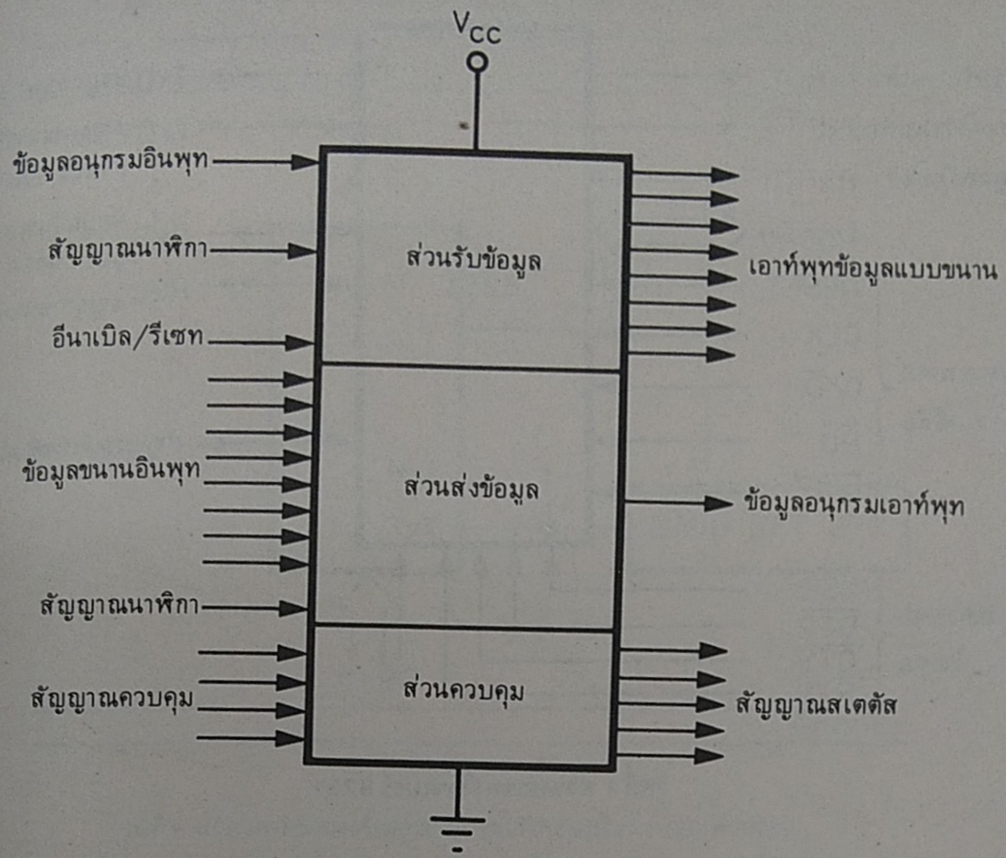
```
        :THIS SUBROUTINE USED TO SEND
        DATA WITH SOFTWARE UART

        :THE DATA IS IN CREGISTER
CAOUT   MVI   B,11       : SET COUNTER FOR 11 BITS
        MOV   A.C        : CHARACTER TO ACCUMULATOR
        ORA   A          : CLEAR CARRY-FOR START BIT
        RAL              : MOVE CARRY TO A (0)
MORE    OUT   2          : SEND TO OUTPUT
        CALL  DELAY      : KILL TIME
        RAR              : POSITION NEXT BIT
        STC              : SET CARRY FOR STOP BITS
        DCR   B          : DECREMENT BIT COUNTER
        JNZ   MORE       : DONE
        RET              : YES
        : 9MS DELAY
DELAY   MVI   D.6
DLO     MVI   E.2000
DLI     DCR   E   : 1.5 mSEC
        JNZ   DLI  : INNER LOOP
        SCR   D
        JNZ   DLO
```

ข้อดีของการใช้โปรแกรมคือลดข้อยุ่งยากทางฮาร์ดแวร์ลงแต่ต้องเสียเวลา ซีพียูในการทำงานเพราะซีพียูต้องทำงานในโปรแกรมเหล่านี้ตลอดเวลา

ฮาร์ดแวร์ UART และ USART

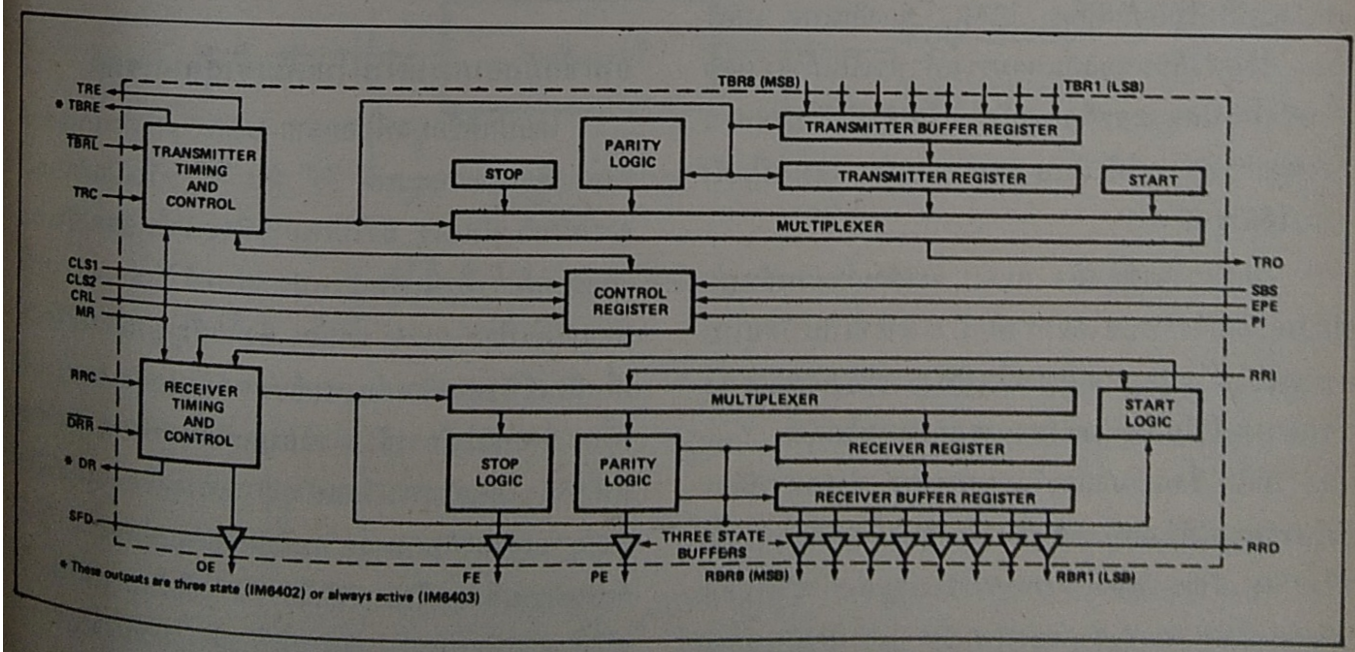
การแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นอนุกรมโดยใช้โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ ทำให้การรับส่งข้อมูลช้าลง และจำกัดการทำงานของซีพียูลง จึงมีบริษัทผู้ผลิตไอซี ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการออกแบบไอซีแอลเอสไอ ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นอนุกรมโดยตรง ซึ่งเรียกว่า UART - Universal asynchronous receiver and transmitter และ USART - Universal synchronous asynchronous receiver and transmitter ทั้ง UART และ USART มีกันหลายเบอร์ซึ่งขึ้น



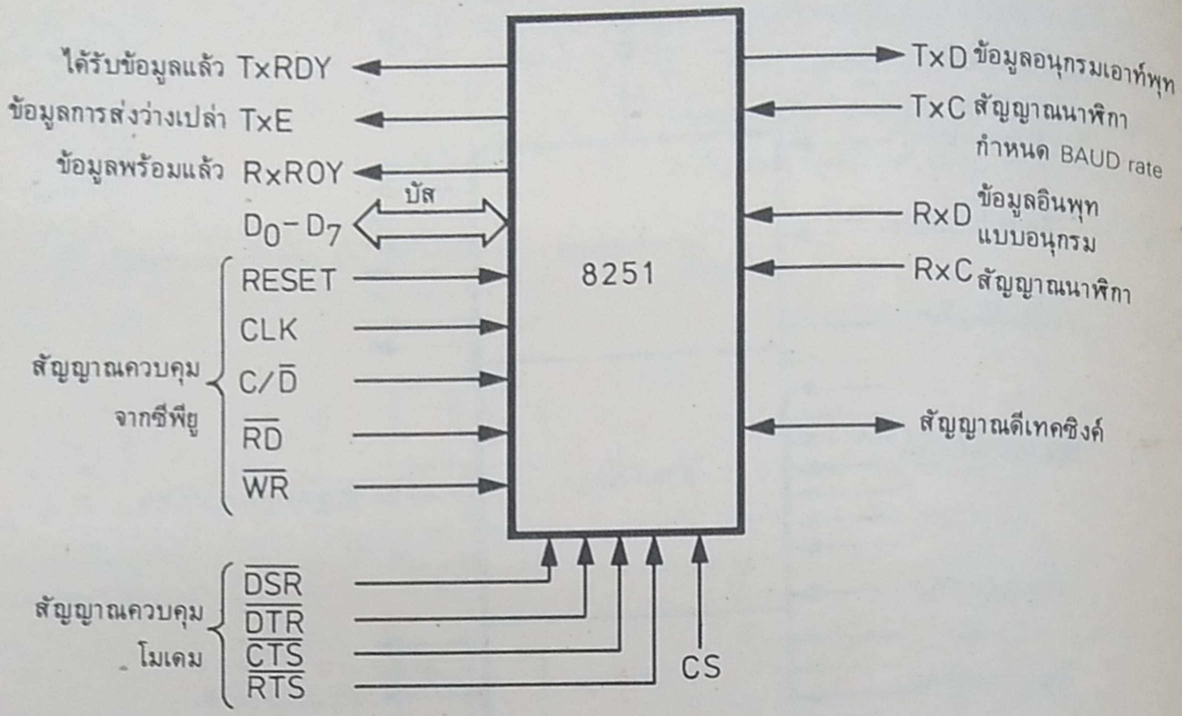
รูปที่ 6 ผังวงจรของวงจร UART

อยู่กับบริษัทผู้ผลิต แต่โดยหลักการของตัวแอลเอสไอนี้เหมือนกัน ขอให้พิจารณาจากผังวงจรของ UART ดังรูปที่ 6

ในการแปลงข้อมูลนี้ ส่วนของข้อมูลขนานอาจจะประกอบเข้ากับบัสได้โดยตรง โดยเป็นทั้งอินพุทและเอาท์พุท ลองพิจารณาระบบจริงของ UART เบอร์ IM6402 ของบริษัทอินเตอร์ซิล ดังรูปที่ 7 สำหรับ UART ตัวนี้โปรแกรมการรับส่งข้อมูลได้โดยการควบคุม



รูปที่ 7 แสดงรายละเอียดไอซีเบอร์ IM6402



รูปที่ 8 ผังวงจรของไอซีเบอร์ 8251

ที่ขาต่าง ๆ ของไอซี เช่นต้องการข้อมูลขนาดกี่บิท มีพาริตี้เป็นคู่หรือคี่ จำนวนบิทสต็อบเท่าใด เราโปรแกรมได้ จากขาควบคุมส่วนอัตราความเร็วในการรับส่งจะใช้สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนเข้ามาอีกทีหนึ่ง ในที่นี้จะไม่กล่าวถึงการอินเตอร์เฟส (ซึ่งรายละเอียดของการอินเตอร์เฟสหาได้จากคู่มือ)

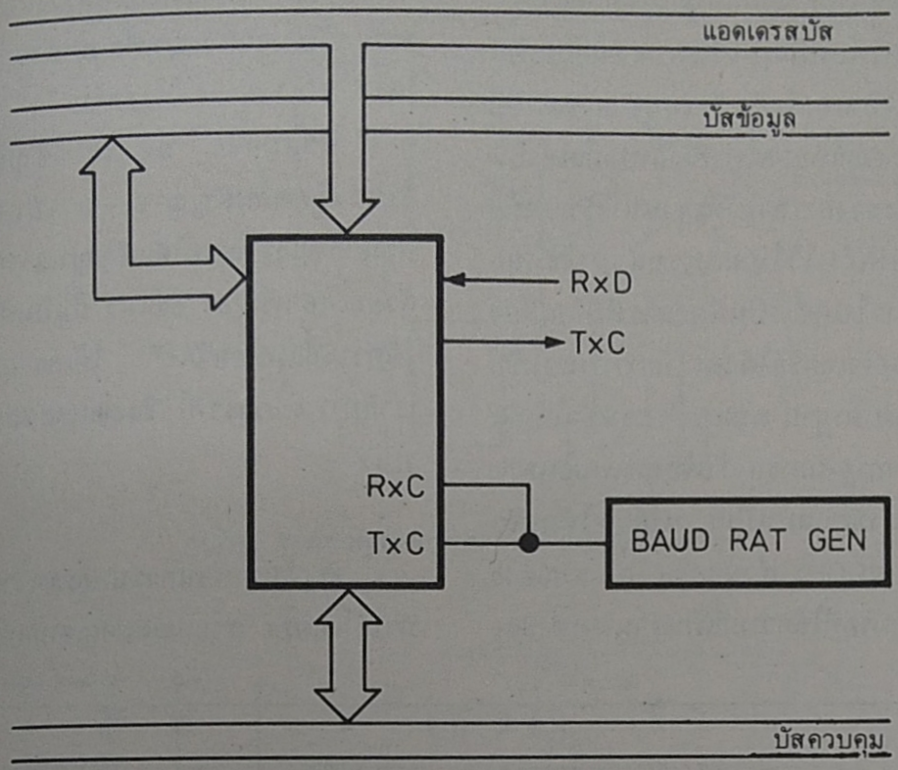
ส่วน LSI ตัวที่จะพูดถึงต่อไปนี้เป็นตัวที่มีผู้ใช้กันมากและเป็นที่รู้จักกันดีคือ USART ของอินเทล เบอร์ 8251 โดยฟังก์ชันของมันสามารถทำตัวเป็นการรับส่งแบบซิงโครนัสและอะซิงโครนัสได้เป็นตัวที่ใช้โปรแกรมควบคุมการทำงานได้ ลักษณะของ 8251 แสดงเป็นผังวงจรได้ดังรูปที่ 8

จากผังวงจรของตัว 8251 จะเห็นว่าส่วนข้อมูลขนานจะต่อเข้ากับบัสโดยตรงคือมี 8 สายที่เป็นบัสแบบสองทาง ส่วนข้อมูลอนุกรมนั้นมีทั้งสายรับและสายส่ง ส่วนความเร็วในการรับส่งสามารถกำหนดได้ด้วย TxC และ RxC ซึ่งความถี่นี้จะได้รับการหาร ค่าตัวหารนี้เรายังโปรแกรมได้ด้วยทางซอฟต์แวร์ว่าจะให้หารด้วย 1, 16 หรือ 64 สัญญาณสถานภาพการรับและส่งที่จะไปบอกซีพียูก็มี TxRDY, TxE และ RxRDY ซึ่งการส่งสัญญาณตอบรับซีพียูนี้ทำให้ซีพียูตรวจสอบได้ง่ายขึ้น เมื่ออินเตอร์เฟสเข้ากับระบบแล้วจะได้ดังรูปที่ 9

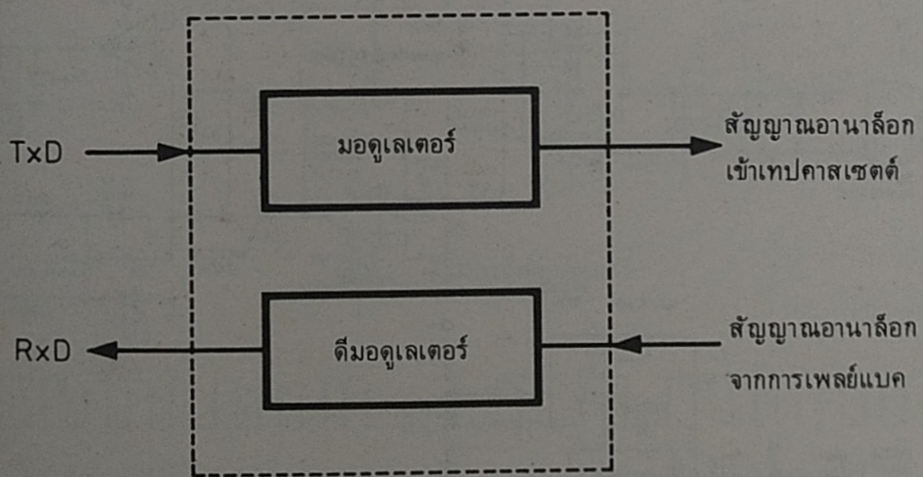
ด้วยการต่อในลักษณะนี้ข้อมูลจากส่วนใดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะอยู่ในหน่วยความจำหรือในซีพียูก็สามารถได้รับการเคลื่อนย้ายออกทางเอาท์พุทพอร์ทนี้ให้เคลื่อนออกแบบอนุกรมได้ และในทำนองเดียวกันข้อมูลที่เข้ามาอย่างอนุกรมก็สามารถเข้าไปยังบัสและไปยังส่วนต่าง ๆ ได้

จากข้อมูลอนุกรมผ่านโมเดมเข้าสู่คาสเซตต์

โดยปกติข้อมูลที่ออกจาก UART แล้วยังเป็นข้อมูลดิจิตอลคือคงสถานะภาพ "0" กับ "1" หรือเป็นลักษณะการสวิทชิ่งนั่นเอง ยังไม่เหมาะที่จะนำไปอัดลงยังเทปคาสเซตต์ ทั้งนี้เพราะเทปคาสเซตต์รับช่วงกว้างทางความถี่ได้เพียง 9kHz เท่านั้น ดังนั้นสัญญาณทางดิจิตอลเมื่ออัดเข้าเทปแล้วเล่นเพลย์แบคกลับมาจะเกิดการผิดเพี้ยนมากทำให้การรับส่งข้อมูลเกิดผิดพลาด วิธีการหนึ่งที่ทำได้คือการเปลี่ยนสัญญาณทางดิจิตอลนี้ให้เป็นสัญญาณอานาล็อกทางความถี่เสียก่อน เช่นลอจิก "0" ก็เป็นความถี่ค่าหนึ่งและลอจิก "1" ก็เป็นความถี่อีกค่าหนึ่ง วงจรที่แปลงค่าดังกล่าวนี้เรียกว่า โมเดม (Modem) และผังวงจรของการทำงานของโมเดมจะเป็นดังรูปที่ 10



รูปที่ 9 แสดงการอินเตอร์เฟส 8251 เข้ากับระบบไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 10 ผังวงจรของโมเดมที่ใช้ในคาสเซตต์อินเตอร์เฟส

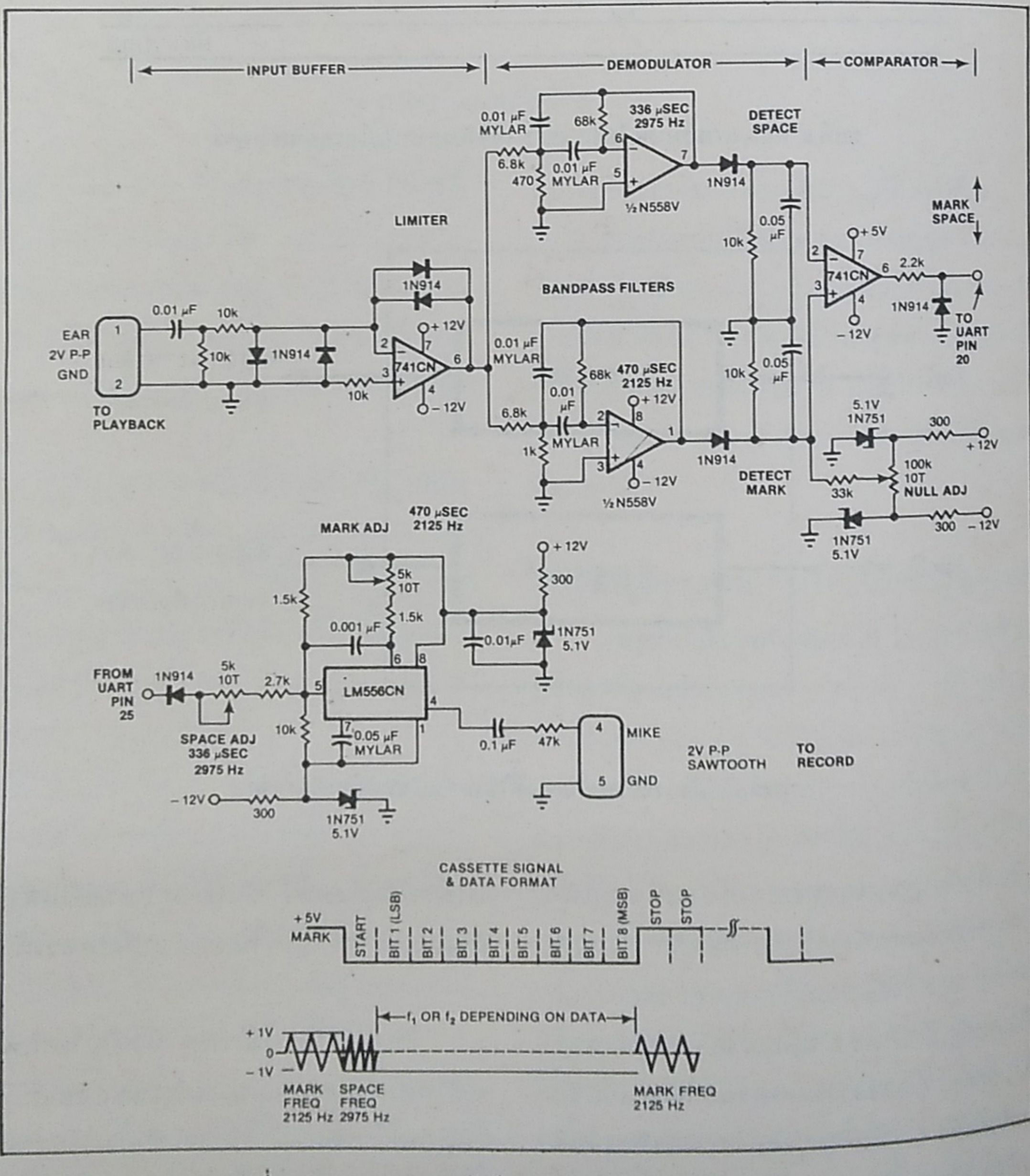
โมเดมเป็นคำย่อมาจากมอดูเลเตอร์และดีมอดูเลเตอร์นั่นเอง วิธีการมอดูเลทบางครั้งก็อาศัยหลักการง่าย ๆ โดยใช้หลักการของ VCO - voltage control oscillator ที่มีอยู่ในเฟสล็อคลูปแล้วนั่นเอง และวงจรดีมอดูเลเตอร์แบบง่ายอีกแบบหนึ่งก็คือวงจรฟิลเตอร์แยกความถี่แล้วผ่านเข้าวงจรเปรียบเทียบ ถ้าสัญญาณจากวงจรฟิลเตอร์ทั้งสองนี้ไม่เท่ากันมันจะขับวงจรเปรียบเทียบให้อิ่มตัวไปทางใดทางหนึ่ง ซึ่งมันจะกลายเป็นสัญญาณดิจิตอลนั่นเอง วงจรที่ใช้ในโมเดมแบบนี้แสดงให้เห็นดังรูปที่ 11

ในวงจรนี้เราใช้ 565 ซึ่งเป็นไอซีเฟสล็อคลูป ทำหน้าที่เป็นวงจรมอดูเลเตอร์เปลี่ยนลอจิก "0" และ "1" ให้เป็นความถี่ และใช้วงจรฟิลเตอร์แยกความถี่เข้าวงจรเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นการดีมอดูเลเตอร์นั่นเอง

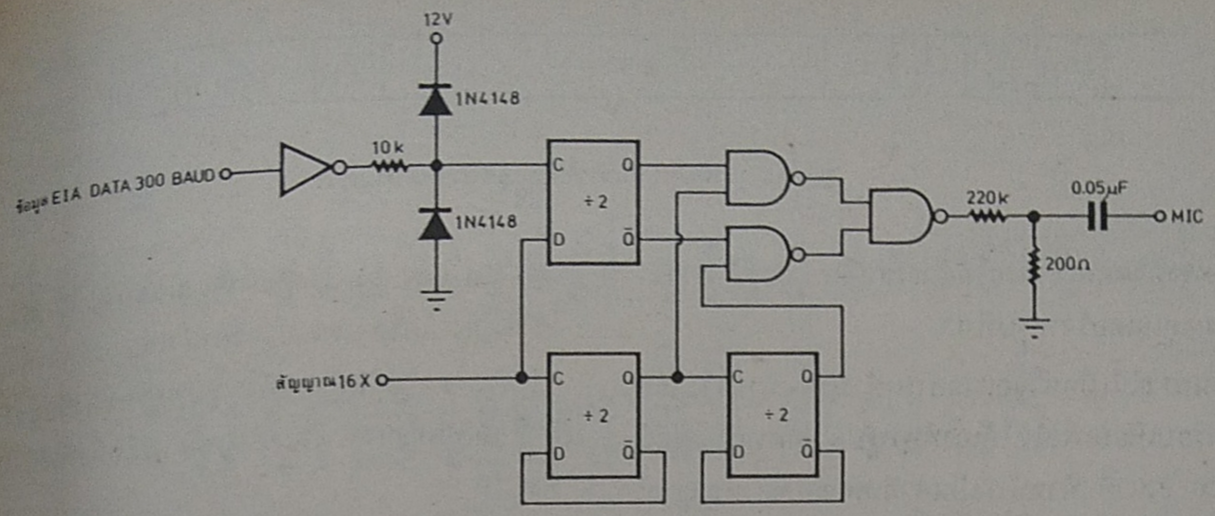
มาตรฐานแคนซัสซิตี้ (Kansas City Standard)

หลังจากที่ไมโครคอมพิวเตอร์แพร่หลายและมีผู้นิยมใช้กันมากขึ้น การอินเตอร์เฟสกับเทปคาสเซตต์ก็มีผู้ออกแบบกระจัดกระจายกันออกไป ซึ่งถ้าปล่อยให้เป็นเช่นนี้จะมีผลเสียในแง่ของการหามาตรฐานการรับส่งข้อมูลไม่ได้ทำให้ข้อมูลที่เก็บไว้ไม่สามารถนำมาใช้แลกเปลี่ยนกันได้ นิตยสารไบท์ซึ่งเป็นนิตยสารที่มีชื่อเสียงมากในเรื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก็ได้จัดให้มีการประชุมขึ้นที่เมืองแคนซัสเพื่อหามาตรฐาน ผลการประชุมทำให้เกิดมีมาตรฐานอ้างอิงกับมาตรฐานการส่งรับข้อมูลแบบอนุกรม RS323 โดยการแปลงข้อมูลมาเป็นอานาล็อก ให้ลอจิก "1" แทนด้วยความถี่ 2400Hz ส่วนลอจิก "0" แทนด้วยความถี่ 1200Hz สาเหตุที่ใช้ความถี่เป็นจำนวนเท่าของกันเช่นนั้นเพราะต้องการให้สร้างง่าย โดยมาตรฐานที่ส่งจะอ้างอิงกับจำนวนบิทที่ส่งมาด้วย โดยใช้วิธีการส่งเพื่อให้ได้ 300 baud โดยลอจิก "1" จะได้สัญญาณ 8 ลูกคลื่น ส่วนลอจิก "0" จะได้สัญญาณ 4 ลูกคลื่น ซึ่งจำนวนลูกคลื่นสัญญาณ 4,8 เป็นตัวเลขที่สร้างได้ง่ายทางฮาร์ดแวร์ โดยอาศัยสัญญาณจาก TxC ซึ่งมักจะเป็นตัวคูณ 16 หรือ 64 อยู่แล้ว ถ้าเป็นตัวคูณ 16 เราก็หาร 2 ได้ความถี่แทนลอจิก "1" ได้เลย และถ้าเป็นลอจิก "0" เราก็หาร 4 วงจรที่ใช้จึงง่ายและสะดวกโดยใช้ไอซีดังรูปที่ 12

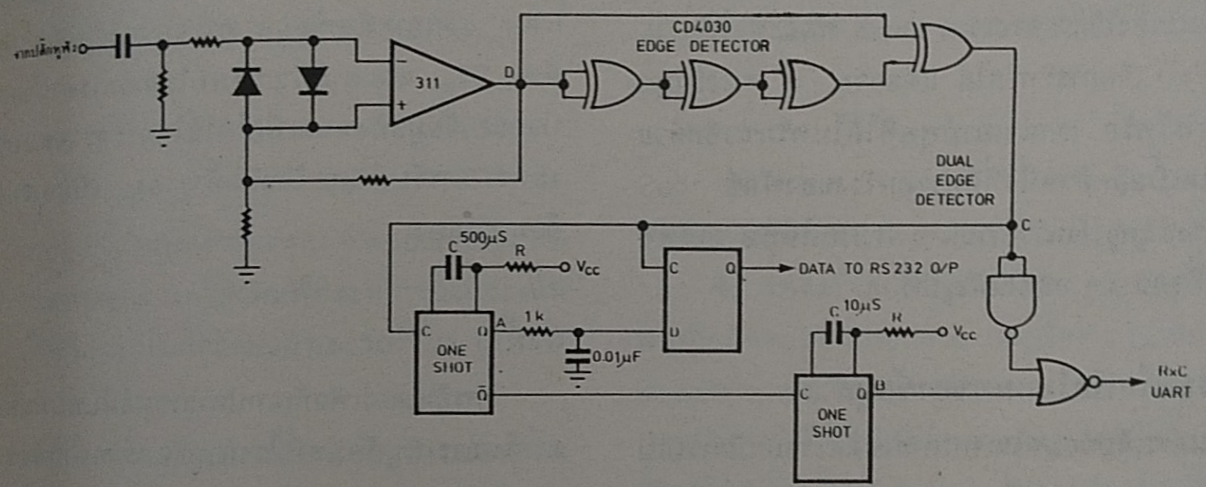
จะเห็นว่าส่วนการมอดูเลทง่ายมากใช้ไอซีดิจิตอลทำได้โดยตรง ส่วนการดีมอดูเลทก็เช่นเดียวกันเราสามารถ



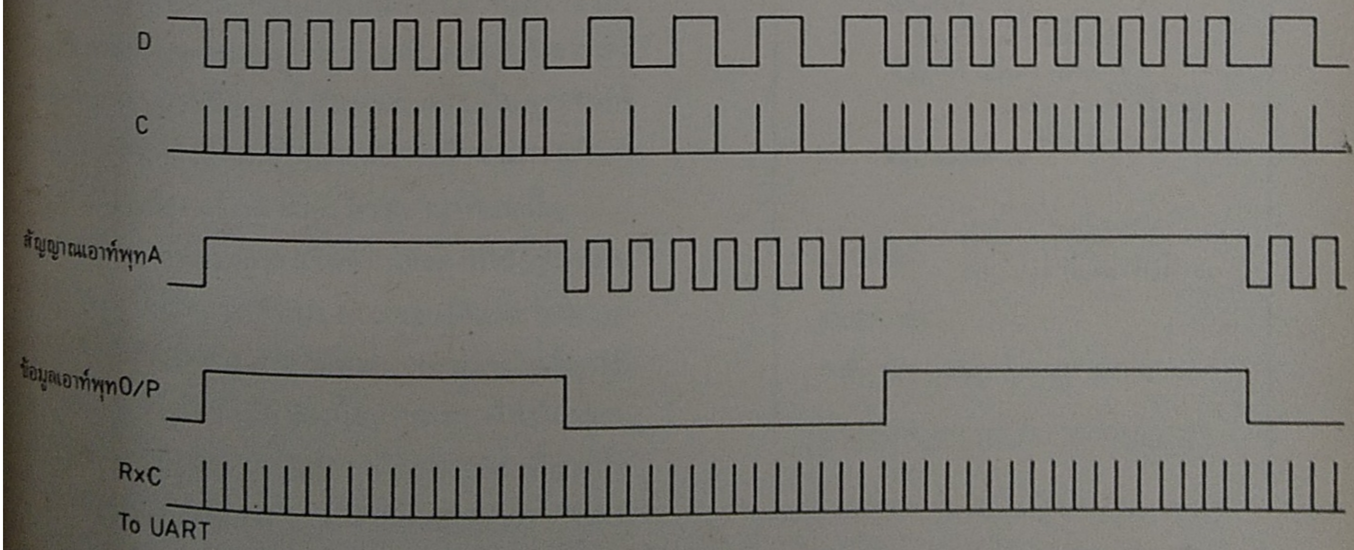
รูปที่ 11 วงจรมอดูเลเตอร์ใช้ PLL และดีมอดูเลเตอร์แบบง่าย ๆ



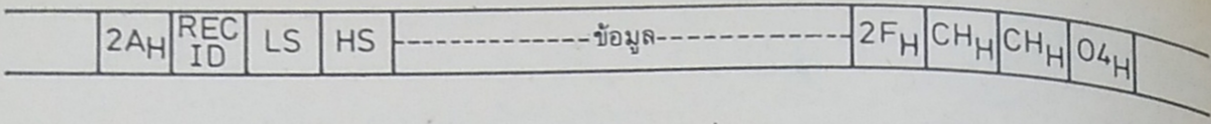
รูปที่ 12 วงจรมอดูเลเตอร์ตาม Kansas City Standard



รูปที่ 13 ผังวงจรดีมอดูเลเตอร์



รูปที่ 14 ผังเวลาของวงจรดีมอดูเลทตาม Kansas City Standard



รูปที่ 15 รูปฟอร์แมทของข้อมูลที่อัดในเทปคาสเซตต์

ใช้ไอซีทางดิจิตอลเข้าช่วยได้ด้วยเช่นกัน ลองพิจารณาวงจรดีมอดูเลเตอร์จากรูปที่ 13

ในกรณีนี้เมื่อสัญญาณอ่านเข้ามาจากเทปจะเข้าวงจรเปรียบเทียบเพื่อให้ได้เอาท์พุทรูปสี่เหลี่ยมเป็นพัลซ์ เราใช้เกท EXOR ทำหน้าที่เป็นตัวดีเทคขอบของสัญญาณพัลซ์คือ เมื่อมีการเปลี่ยนขอบก็จะมีพัลซ์เล็ก ๆ ขึ้นทั้งทางด้านขาขึ้นและขาลง สัญญาณที่ได้จาก edge detector นี้จะไปทริกโมโนสเตเบิ้ลตัวแรก ซึ่งเป็นลักษณะรีทริกเกเบิ้ลซึ่งเราตั้งไว้ด้วยคาบเวลา 500uS พอจะทำให้ภาวะลอจิก "1" เกิดการรีทริกได้ แต่ลอจิก "0" ทางข้อมูลไม่เกิดการรีทริก เรานำเอาท์พุทที่ได้ไปทริกซ้ำอีกด้วยโมโนสเตเบิ้ลอีกตัวหนึ่งที่มีความกว้างของพัลซ์ 10μS เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาขนาด 16X ให้กับ UART ผังเวลาที่จุดต่าง ๆ จะเป็นดังรูปที่ 14

รูปฟอร์มหรือฟอร์มแมทของข้อมูล

ในการเก็บข้อมูลในเทปคาสเซตต์เรามักมีการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจะทั้งไฟล์ (File) หรือทั้งโปรแกรม และถ้าเป็นข้อมูล ตัวโปรแกรมก็จะเป็นรหัสภาษาเครื่องซึ่งจำเป็นจะต้องมีการโหลดกลับเข้าไปใน RAM ตามตำแหน่งเดิมของมัน มิฉะนั้นโปรแกรมนั้นจะใช้ RUN ไม่ได้ เพราะบางคำสั่งเช่น JP จะทำให้เกิดการกระโดดไปผิดตำแหน่ง รูปฟอร์มของข้อมูลจึงต้องมีรหัสดีเทคตอนหน้าและตอนหลัง วิธีหนึ่งที่ใช้กันจะเป็นดังรูปที่ 15

ในกรณีนี้จะใช้รหัส 2A เป็นรหัสเริ่มต้นของบล็อกข้อมูลตามด้วยรหัส RECORD ID หรือเบอร์ record จากนั้นจึงบอก LS และ HS เป็นแอดเดรสเริ่มต้นใน RAM แล้วตามด้วยข้อมูล การจบของข้อมูลจะปิดท้ายด้วย 2F$_H$ และตามด้วยรหัสที่ได้จากการตรวจสอบผลบวกของข้อมูลทั้งหมดเพื่อให้ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลระหว่างการรับส่งและปิดท้ายด้วย 04$_H$ เป็นการบอกจบข้อมูลนั่นเอง

ส่งท้าย

การอินเตอร์เฟสกับเทปคาสเซตต์มีบทบาทที่สำคัญมากในการเก็บข้อมูลที่มีราคาถูกและเหมาะกับการใช้สำหรับนักเล่นคอมพิวเตอร์สมัครเล่นการอินเตอร์เฟสในลักษณะนี้ง่ายต่อการสร้างการเข้าใจและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเก็บข้อมูลแบบอื่นได้อีกด้วย

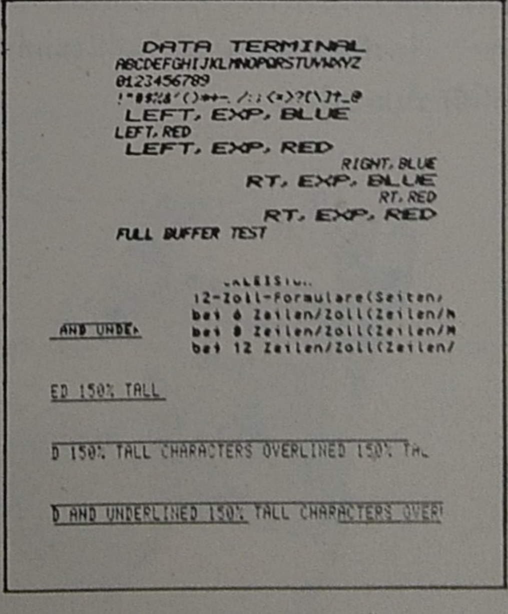
เครื่องพิมพ์สำหรับระบบไมโครคอมพิวเตอร์

บทความนี้เป็นบทความชุดสุดท้ายของเรื่องระบบไมโครคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ที่จะกล่าวถึงนี้จะเน้นเฉพาะที่ใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์เท่านั้น

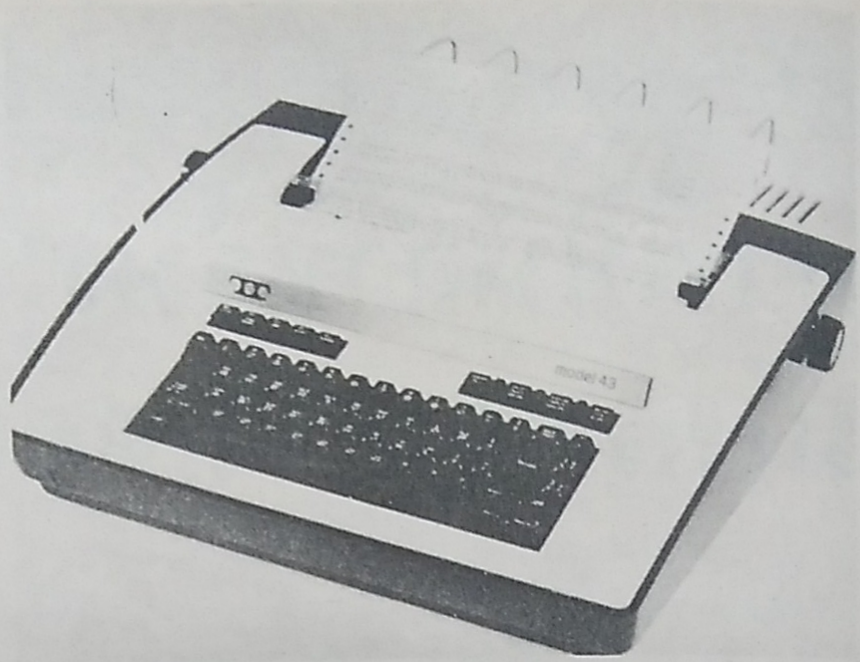
เครื่องพิมพ์ที่มาของระบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม

ในยุคต้น ๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ในลักษณะที่มีการโต้ตอบกันได้ ผู้ใช้มักจะคุ้นเคยและใช้ *เทเลไทพ์* (Teletype) ซึ่งเป็นเครื่องพิมพ์ที่เป็นที่รู้จักกันดี เครื่องพิมพ์ในยุคนั้นเป็นต้นกำเนิดให้เกิดระบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม และมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบอนุกรมขึ้น ทั้งนี้เพราะกลไกในการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ยังเป็นกลไกทางกล ซึ่งสามารถพิมพ์อักษรได้เร็วเพียง 10-15 ตัวอักษรต่อวินาทีเท่านั้น

เครื่องพิมพ์แบบเทเลไทพ์นั้นยังคงมีใช้อยู่บ้างในปัจจุบันแต่ก็ได้มีการปรับปรุงคุณสมบัติและขีดความสามารถให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ และได้พัฒนากลายมาเป็นซีอาร์ที (CRT) เทอร์มินัลซึ่งมีผู้นิยมใช้แทนเทเลไทพ์เพราะสามารถรับส่งตัวอักษรหรือข้อมูลได้ด้วยอัตราที่สูงมาก ซึ่งสามารถส่งได้สูงถึงกว่า 1000 ตัวอักษรในเวลา 1 วินาที แต่อย่างไรก็ตามตัวอักษรที่ปรากฏบนจอนั้นเราไม่สามารถคัดลอกหรือจดจำได้หมด ดังนั้นในบางงานที่เราต้องการเอาท์พุทในรูปฟอร์มของกระดาษเช่น ใบเสร็จ อินวอยซ์ ฯลฯ ซีอาร์ทีจึงมีจุดเสียที่เห็นได้ชัดเจน ดังนั้นเครื่องพิมพ์ในปัจจุบันจึงมักออกแบบมาเพื่อรับงานในลักษณะของเอาท์พุทแต่เพียงอย่างเดียว แต่ถ้าเป็นอินพุทเราจะป้อนผ่านทางซีอาร์ทีที่มีขีดความสามารถในการรับส่งข้อมูลได้เร็วกว่า แต่อย่างไรก็ตามในเครื่องพิมพ์ปัจจุบันหลายบริษัทก็คงรูปแบบที่มีอินพุทคีย์บอร์ดติดอยู่ด้วย



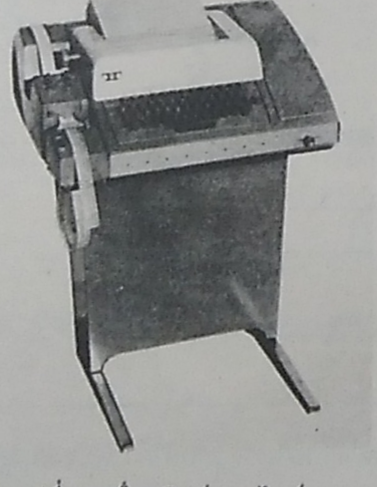
รูปที่ 1 แบบตัวอักษรในปัจจุบันมีได้มากมายขึ้นอยู่กับการโปรแกรมรูปแบบตัวอักษร



รูปที่ 2 เครื่องพิมพ์ที่เหมือนกับเทเลไทพ์แบบเดิม แต่เป็นแบบให้ตัวอักษรเป็นจุดและควบคุมการทำงานด้วยอิเลคทรอนิคส์

หลักการของเครื่องพิมพ์

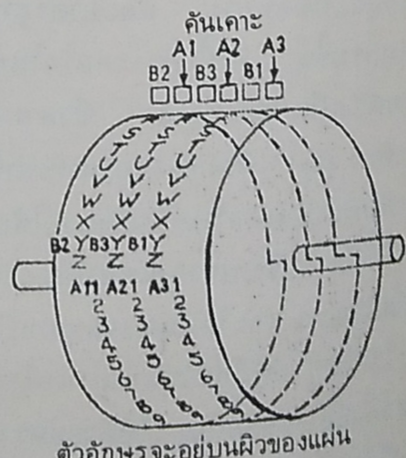
หลักการของเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์มีได้หลายหลักการหลายเทคโนโลยี แต่ส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะมีส่วนของวงจรอิเลคทรอนิคส์ควบคุมการทำงานทั้งสิ้น ทำให้ลักษณะของรูปแบบตัวอักษรได้ลวดลายที่สวยงามหลายแบบ แต่ส่วนใหญ่ในปัจจุบันมักใช้แบบดอทเมตริกซ์ (dot matrix) (กรณีเครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก) ซึ่งข้อดีของลักษณะดอทเมตริกซ์ที่เห็นได้ชัดคือ สามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบตัวอักษรได้ง่ายโดยไม่ต้องแก้ไขในส่วนของฮาร์ดแวร์ของเครื่องพิมพ์เลย หลักการของเครื่องพิมพ์ที่จะกล่าวถึงในที่นี้จะกล่าวโดยหลักการที่ใช้ทั่วไปส่วนใหญ่



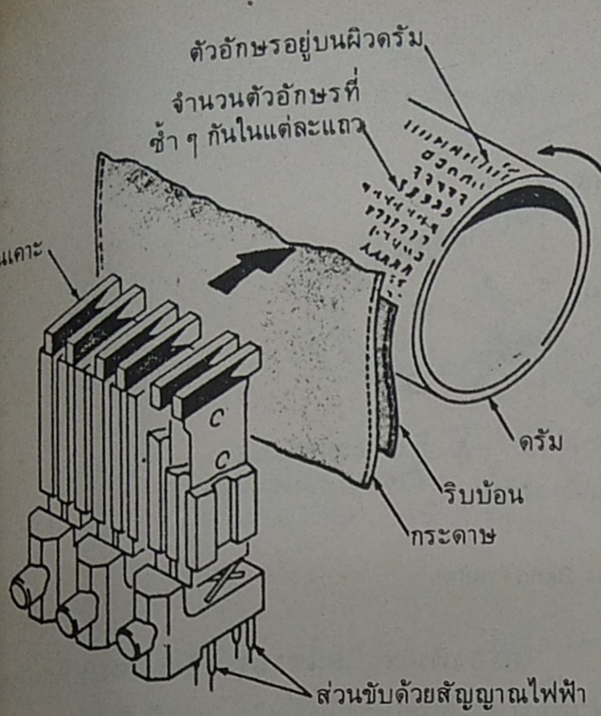
รูปที่ 3 เครื่องพิมพ์เทเลไทพ์

แบบหัวลูกกอล์ฟ (Selectric based printer)

แบบนี้เป็นของบริษัทไอบีเอ็ม ซึ่งก็คือเครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้าดี ๆ นี่เอง แต่ได้มีการดัดแปลงแก้ไขเพื่อให้อินเตอร์เฟสได้โดยตรง เครื่องพิมพ์แบบนี้บริษัทไอบีเอ็มสร้างขึ้นมาโดยเฉพาะจะมีความเร็วในการพิมพ์เพียง 15 ตัวอักษรต่อวินาที แต่อย่างไรก็ตามได้มีผู้นำเอาเครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้าไอบีเอ็มชนิดหลายภาษามาดัดแปลงแก้ไขและเพิ่มส่วนอินเตอร์เฟสโดยนำหลักการของโซลินอยด์เข้ามาใช้ แต่การใช้งานไม่สะดวกนัก ข้อดีของเครื่องพิมพ์เช่นว่านี้ก็คือ สามารถเปลี่ยนหัวลูกกอล์ฟให้เป็นอะไรตามที่ต้องการได้



รูปที่ 4 ลักษณะกระบอกดรัม



รูปที่ 6 ลักษณะการพิมพ์โดยใช้หลักการดรัมทรงกระบอก

เทเลไทพ์

เทเลไทพ์ในปัจจุบันก็คือ เครื่องพิมพ์ดี ๆ นี่เอง ส่วนใหญ่ของเครื่องเทเลไทพ์จะพิมพ์ได้ด้วยอัตราต่ำคือ ประมาณ 10 ตัวอักษรต่อวินาที ข้อดีของเทเลไทพ์คือ มีอินพุทเป็นคีย์บอร์ดเพิ่มเติม ซึ่งสามารถใช้เป็นเทอร์มินัลแทนซีอาร์ทีได้โดยตรง แต่การรับส่งข้อมูลจะช้ากว่าซีอาร์ทีมาก รูปที่ 3 เป็นรูปเครื่องเทเลไทพ์ที่เป็นที่พบเห็นและยังมิใช้ในหมู่นักไมโครคอมพิวเตอร์

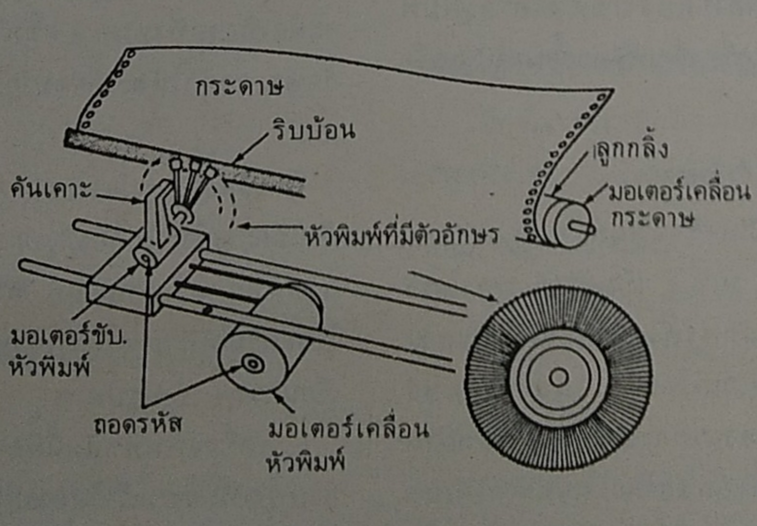
เครื่องพิมพ์ชนิดดรัมทรงกระบอก

(Cylinder drum printer)

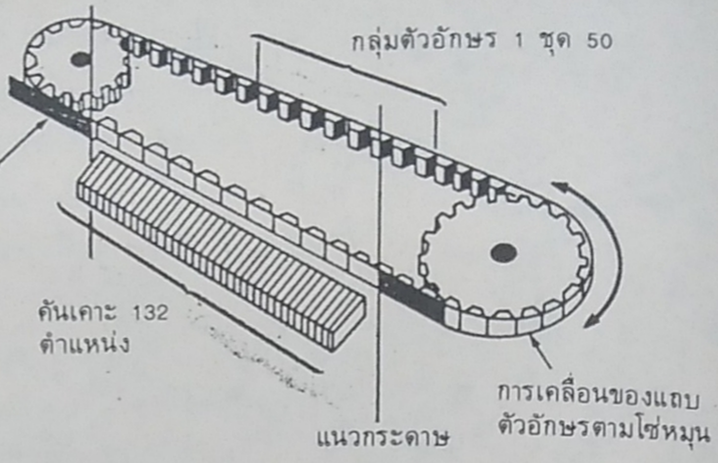
หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบนี้จะอาศัยตัวอักษรที่เป็นแม่พิมพ์อยู่ที่ผิวของดรัมรูปทรงกระบอก (ดังรูปที่ 4) เมื่อต้องการพิมพ์ตัวอักษรใดดรัมก็จะหมุนมาในตำแหน่งที่ต้องการให้ตัวอักษรที่จะพิมพ์ตรงกับตำแหน่งคันเคาะ โดยมีกระดาษที่จะพิมพ์ขวางกลางระหว่างคันเคาะกับดรัม ดังนั้นเมื่อมีการเคาะเกิดขึ้นตัวอักษรก็จะติดกับกระดาษได้ รูปลักษณะการทำงานแสดงได้ดังรูปที่ 6 โดยปกติลักษณะของดรัมจะบางตลอดแนวตามจำนวนตัวอักษรที่จะพิมพ์ได้เช่น 132 ตัวอักษร ดังนั้นในดรัมจะมีตัวอักษรเป็นชุด ๆ ในแต่ละแถวเป็น 132 เช่นกัน เครื่องพิมพ์ชนิดดรัมนี้มีตั้งแต่ราคาไม่แพงนัก ซึ่งอาจจะมีตัวอักษรเพียงไม่กี่คอลัมน์ และความเร็วในการพิมพ์ไม่สูงมากนัก แต่มีบางรุ่นสามารถทำให้พิมพ์ได้ถึง 2000 บรรทัดต่อนาทีซึ่งเป็นรอบการทำงานที่สูงมาก

เครื่องพิมพ์ชนิดเดซี่วีล (Daisy wheel printer)

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะมีบางส่วนคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องไอบีเอ็ม คือสามารถเปลี่ยนรูปแบบของตัวอักษรได้ เครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะมีจานแบบรูปร่างเหมือนดอกเดซี่ (daisy) หมุนอยู่ตลอดเวลา จานนี้มีตัวอักษรทุกตัวที่จะใช้พิมพ์ติดเป็นก้านอยู่โดยรอบ และเมื่อ



รูปที่ 7 หลักการทำงานของเครื่องพิมพ์ชนิดเดซี่วีล



รูปที่ 8 แสดงหลักการของ Band Printer

ต้องการพิมพ์ตัวอักษรใดก็จะใช้ค้อนเคาะกระแทกก้านตัวอักษรนั้นผ่านริบบ้อนไปยังกระดาษ การพิมพ์จะพิมพ์ทีละตัวอักษรเรียงกันไปโดยมีส่วนของวงจรอิเลคทรอนิคส์ถอดรหัสของตัวอักษรเพื่อกำหนดตำแหน่งของจานดอกเดซี่ และจังหวะค้อนเคาะ

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ให้ความคมชัดของตัวอักษรได้ดีมาก ความเร็วในการพิมพ์โดยทั่วไปยังไม่สูงมาก เช่นขนาด 30-50 ตัวอักษรต่อวินาที ราคาของเครื่องพิมพ์ชนิดนี้ยังมีราคาแพง เหมาะที่จะมาใช้ในงานที่ต้องการรูปฟอร์มการพิมพ์ เช่นการพิมพ์จดหมาย พิมพ์ใบสั่งสินค้าหรืองานทางธุรกิจ เครื่องพิมพ์ชนิดนี้จึงเหมาะที่จะใช้กับงานเวิร์ดโปรเซสซิ่ง (Word processing)

ในอนาคตเครื่องพิมพ์ชนิดนี้จะมีแนวโน้มที่สำคัญอันหนึ่งเพราะรูปแบบตัวอักษรไทย ได้มีบางบริษัทกำลังพัฒนาอยู่ ดังนั้นการพิมพ์ตัวอักษรไทยด้วยเครื่องพิมพ์เช่นนี้จะเป็นไปได้เหมือนเครื่องพิมพ์ดีดธรรมดานั่นเอง

เครื่องพิมพ์ชนิด Band Printer

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้เป็นเครื่องพิมพ์ราคาสูง ความเร็วในการพิมพ์ก็สูงเช่นกัน รูปที่ 8 เป็นตัวอย่างของโครงสร้างของเครื่องพิมพ์ ตัวอักษรทั้งหมดจะหล่อเป็นสายเหล็กแบบที่หมุนอยู่ตลอดเวลาโดยจำนวนชุดตัวอักษรอาจมีได้หลายชุด ส่วนของกระดาษพิมพ์จะป้อนผ่านระหว่างค้อนเคาะกับแถบตัวอักษรโดยมีแผ่นผ้าริบบ้อนอาบหมึกอยู่ระหว่างกลางจำนวนค้อนเคาะมีอยู่ตามตำแหน่งของค้อนเคาะ

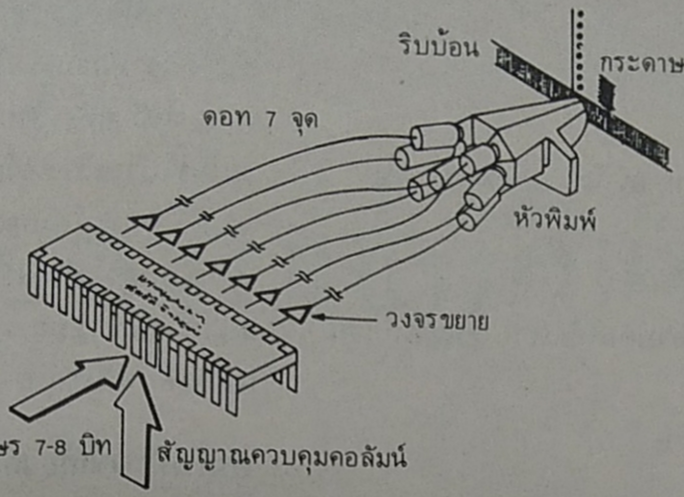
เครื่องพิมพ์ชนิดนี้สามารถดัดแปลงเปลี่ยนแถบตัวพิมพ์ให้เป็นอักษรชนิดอื่นได้ เช่นตัวอักษรภาษาไทย ความเร็วในการพิมพ์มีความเร็วได้สูงถึง 600 บรรทัดต่อนาที

เครื่องพิมพ์ชนิดดอทเมตริกซ์

เครื่องพิมพ์สำหรับนักไมโครคอมพิวเตอร์สมัครเล่นในปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นแบบหัวยิงดอทเมตริกซ์ เครื่องพิมพ์ชนิดนี้มีราคาถูก และมีขนาดกะทัดรัด การพิมพ์ตัวอักษรจะพิมพ์เรียงกันไปทีละตัวไล่กันไป โดยทั่วไปจำนวนจุดเมตริกซ์จะมีขนาด 5 × 7 หรือ 7 × 9 ส่วนของหัวยังจะมีโซลินอยด์เล็ก ๆ ตามจำนวนจุดในแต่ละคอลัมน์ ถ้าตัวอักษรเป็นขนาด 5 × 7 ก็จะมีโซลินอยด์อยู่ 7 ตัว ดังนั้นการจะพิมพ์ตัวอักษรครบ 1 ตัวอักษรจะต้องยิงจุดทั้งหมด 5 ครั้งเรียงกันไป รูปแบบของตัวอักษรอาจทำให้ละเอียดมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนจุดนั้นเอง

เนื่องจากรูปแบบของตัวอักษรขึ้นอยู่กับการยิงในตัวแต่ละจุดโดยไม่ต้องมีรูปแบบตัวอักษรที่แน่นอนไว้บนสายเหล็ก หรือก้านพิมพ์ ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมให้ทำรูปแบบตัวอักษรต่าง ๆ ได้ เช่น เขียนเส้น เขียนกราฟ เขียนรูปภาพ

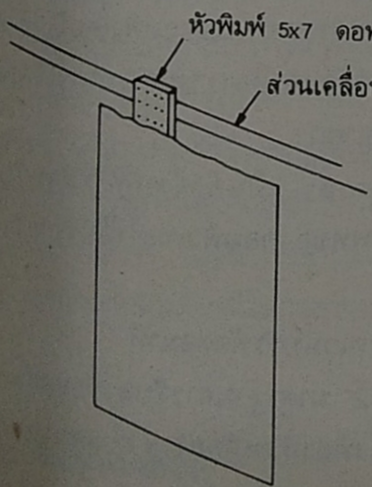
เครื่องพิมพ์ชนิดนี้มีความเร็วตั้งแต่ 10-50 CPS ซึ่งสามารถเพิ่มความเร็วได้ด้วยการใช้หัวยิงมากกว่า 1 หัว ซึ่งอาจจะมี 2 หัว และการพิมพ์สามารถพิมพ์ได้ชั่วขณะวิ่งไปทางซ้าย



รูปที่ ๑ โครงสร้างส่วนหัวยิง

เครื่องพิมพ์ชนิดใช้ความร้อน

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้ต้องอาศัยกระดาษชนิดพิเศษที่เมื่อถูกความร้อนที่อุณหภูมิราว 200ºฟ จะทำให้กระดาษบริเวณที่ถูกความร้อนนี้เปลี่ยนสีไป ดังนั้นจึงมีส่วนหัวพิมพ์ที่แนบกับกระดาษ และหัวพิมพ์จะเป็นส่วนสร้างความร้อนเป็นจุดในลักษณะจุดเมตริกซ์ ความเร็วในการพิมพ์จึงจำกัดเพราะต้องรอให้ส่วนหัวพิมพ์เย็นตัวลงก่อน



รูปที่ 10 แสดงส่วนหัวของเครื่องพิมพ์ชนิดใช้ความร้อน

เครื่องพิมพ์ชนิดนี้มีราคาถูกเมื่อเทียบกับเครื่องพิมพ์ชนิดอื่น มีความเชื่อถือในวงจรได้สูง และการทำงานจะเงียบไม่เกิดเสียงดัง

การเลื่อนกระดาษ : ใช้ความฝืดหรือใช้แทรกเตอร์ขับรูกระดาษ

การเลื่อนกระดาษขึ้นลงทีละบรรทัดนั้น ในเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยความเร็วสูงมักจะใช้กระดาษเจาะรูด้วย และกลไกของเครื่องพิมพ์จะจับกระดาษตามตำแหน่งต้องการ การเลื่อนกระดาษแบบนี้เรียกว่า Tractor Feed กระดาษที่ใช้ต้องมีขนาดรู และความกว้างของรู ในแต่ละด้านเท่ากับขนาดของเครื่องพิมพ์พอดี กระดาษชนิดนี้จึงมีราคาแพง ส่วนเครื่องพิมพ์อีกประเภทหนึ่ง อาศัยลูกกลิ้งสองลูกที่เป็นยางขบกันโดยมีกระดาษอยู่บริเวณกลาง การเลื่อนกระดาษอาศัยความฝืดของลูกกลิ้ง กระดาษที่ใช้จึงเป็นกระดาษอะไรก็ได้

เมื่อจะเลือกซื้อเครื่องพิมพ์จะต้องพิจารณาอะไรบ้าง

เมื่อพิจารณาขีดความสามารถของเครื่องพิมพ์จะต้องพิจารณาในหัวข้อต่อไปนี้

1. คุณภาพของการพิมพ์
   - ☐ รูปแบบของตัวอักษร
   - ☐ เป็นแบบดอทเมตริกซ์ หรือแบบตัวพิมพ์

2. ขอบเขตการใช้งาน
   - ☐ ความเร็วในการพิมพ์
   - ☐ ความคงทน
   - ☐ การใช้งานมากน้อย

3. ขีดความสามารถของเครื่อง

- ☐ ขนาดและน้ำหนัก
- ☐ จำนวนตัวอักษรต่อบรรทัด
- ☐ กำลังงานที่ใช้
- ☐ ใช้ความฝืดหรือแทรกเตอร์ในการเลื่อนกระดาษ
- ☐ จำนวนตัวอักษร
- ☐ จำนวนกอปปี้ที่พิมพ์ได้
- ☐ รูปฟอร์มการพิมพ์ที่ควบคุมได้ เช่น ขึ้นหน้า เว้นบรรทัด
- ☐ อัตราการเลื่อนกระดาษ
- ☐ ราคา
- ☐ แผ่นริบบ้อนการเปลี่ยนใส่ใหม่
- ☐ การดีเทคจุดเสียในเครื่องพิมพ์
- ☐ การซ่อม (ความยากง่าย)
- ☐ ผลของ RFI
- ☐ ความปลอดภัยหรือความลับของแผ่นพิมพ์
- ☐ เสียงดังรบกวน
- ☐ ราคาอะไหล่
- ☐ ราคาลดลงเมื่อใช้ไปนาน ๆ
- ☐ ระบบซอฟท์แวร์ที่ใช้
- ☐ ระบบการเชื่อมต่อ และโปรโตคอล
- ☐ อัตราการส่งข้อมูล
- ☐ ลักษณะของวงจรอิเลคทรอนิคส์ (ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์)
- ☐ ความยุ่งยากระบบทางกล
- ☐ การหยุดการทำงานเมื่อมีปัญหา

4. ราคา

- ☐ ราคาเมื่อซื้อครั้งแรก
- ☐ ราคากระดาษ
- ☐ ราคาเมื่อต้องซ่อมแซม

5. การวิเคราะห์ขีดความสามารถ

- ☐ สอบถามจากผู้ใช้รายอื่น
- ☐ ดูรายละเอียดจากสเปค
- ☐ ดูจำนวนผู้ใช้

เครื่องพิมพ์ : เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาไม่หยุดยั้ง

ราคาของเครื่องพิมพ์นับวันจะลดลงแต่ขณะเดียวกันขีดความสามารถในการทำงานนับวันก็สูงขึ้นทุกวัน เทคโนโลยีได้หันเข้ามาใช้ไมโครอิเลคทรอนิคส์ LSI หรือไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาควบคุมจนทำให้เครื่องพิมพ์มีรูปแบบที่ทำได้มากขึ้น ๆ

บทความที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้เป็นเพียงข้อสรุปและแนวทางสำหรับการพิจารณาเข้าใจหลักการทั่วไปของเครื่องพิมพ์ที่ใช้กับระบบไมโครคอมพิวเตอร์

คำศัพท์ที่ใช้เกี่ยวกับเครื่องพิมพ์

☐ Baud Rate (บอดเรท) เป็นอัตราการส่งข้อมูลแบบอนุกรม โดยมีอัตราข้อมูลเป็นจำนวนบิทต่อวินาที เช่น 300BAUD ก็หมายถึง 300 บิทต่อวินาที

☐ Bi-directional printer เป็นลักษณะการพิมพ์ที่สามารถพิมพ์ได้ขณะที่หัวพิมพ์วิ่งไปทางซ้ายหรือทางขวา เป็นการเพิ่มขีดความเร็วในการพิมพ์

☐ CPS เป็นหน่วยการพิมพ์มีหน่วยเป็น character per second หรือจำนวนตัวอักษรต่อวินาที

☐ Font รูปร่างของตัวอักษรจำนวนตัวอักษรและขนาดของตัวอักษร

☐ Hand Shaking สัญญาณการโต้ตอบระหว่างเครื่องพิมพ์กับระบบคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ความเร็วของเครื่องพิมพ์ช้ากว่าของระบบคอมพิวเตอร์มาก ดังนั้นการรับส่งข้อมูลจึงต้องอาศัยระบบการตรวจเช็คเพื่อไม่ต้องให้ซีพียูรอเสียเวลา

☐ Hard copy เป็นคำศัพท์ที่ใช้สำหรับเรียกรูปแบบของเอาท์พุทของคอมพิวเตอร์ที่ได้รับจากเครื่องพิมพ์

☐ LPM จำนวนบรรทัดต่อนาที

☐ RS-232 มาตรฐานการรับส่งข้อมูลกับเพอริเฟอรัล ชนิดหนึ่งที่อาศัยหลักการส่งด้วยระบบแรงดันโดยใช้ระดับแรงดัน ± 12 โวลท์

☐ Current Loop เป็นมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบอนุกรมโดยใช้กระแสไหลในลูปแทนแรงดัน

หน่วยความจำบับเบิ้ล

ในปี พ.ศ.2510 ห้องแล็บของเบลเทเลโฟนได้ให้ข้อสังเกตด้วยหลักการเชิงวิชาการอย่างหนึ่งว่าการเก็บข้อมูลอาจกระทำได้ในรูปของการเก็บฟองแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ได้ (magnetic bubble) และสามารถทำให้ขนาดเล็กลงได้มาก ต่อมาในปี 2521 ความจริงก็ปรากฏขึ้นโดยบริษัทเท็กซัสอินสทรูเม้นท์ ได้สร้างหน่วยความจำบับเบิ้ลได้เป็นตัวแรกมีขนาดความจุ 92 กิโลบิท

ปัจจุบันบริษัทชั้นนำทางสารกึ่งตัวนำหลายบริษัทได้ทุ่มเทค้นคว้ากันอย่างจริงจัง เช่น เบลแล็ป บริษัทร็อคเวลล์ บริษัทเท็กซัสอินสทรูเม้นต์ อินเทล ไอบีเอ็ม รวมทั้งบริษัทชั้นนำในญี่ปุ่นและยุโรปอีกหลายบริษัท จึงเป็นที่คาดเดากันว่า ในอนาคตหน่วยความจำบับเบิ้ลจะแพร่หลายและจะมีบทบาทในวงการคอมพิวเตอร์มากขึ้น

ทำไมต้องเป็นบับเบิ้ล

จะว่ากันตามความจริงแล้วหน่วยความจำบับเบิ้ลก็มีวิวัฒนาการมาจากความพยายามหาหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมากโดยลดชิ้นส่วนการเคลื่อนไหวทางกลลงเช่น จานแม่เหล็กมีหัวอ่านที่เคลื่อนที่ได้ แต่หน่วยความจำบับเบิ้ลใช้เทคนิคที่ไม่มีชิ้นส่วนใดที่เคลื่อนที่ทางกลเลย

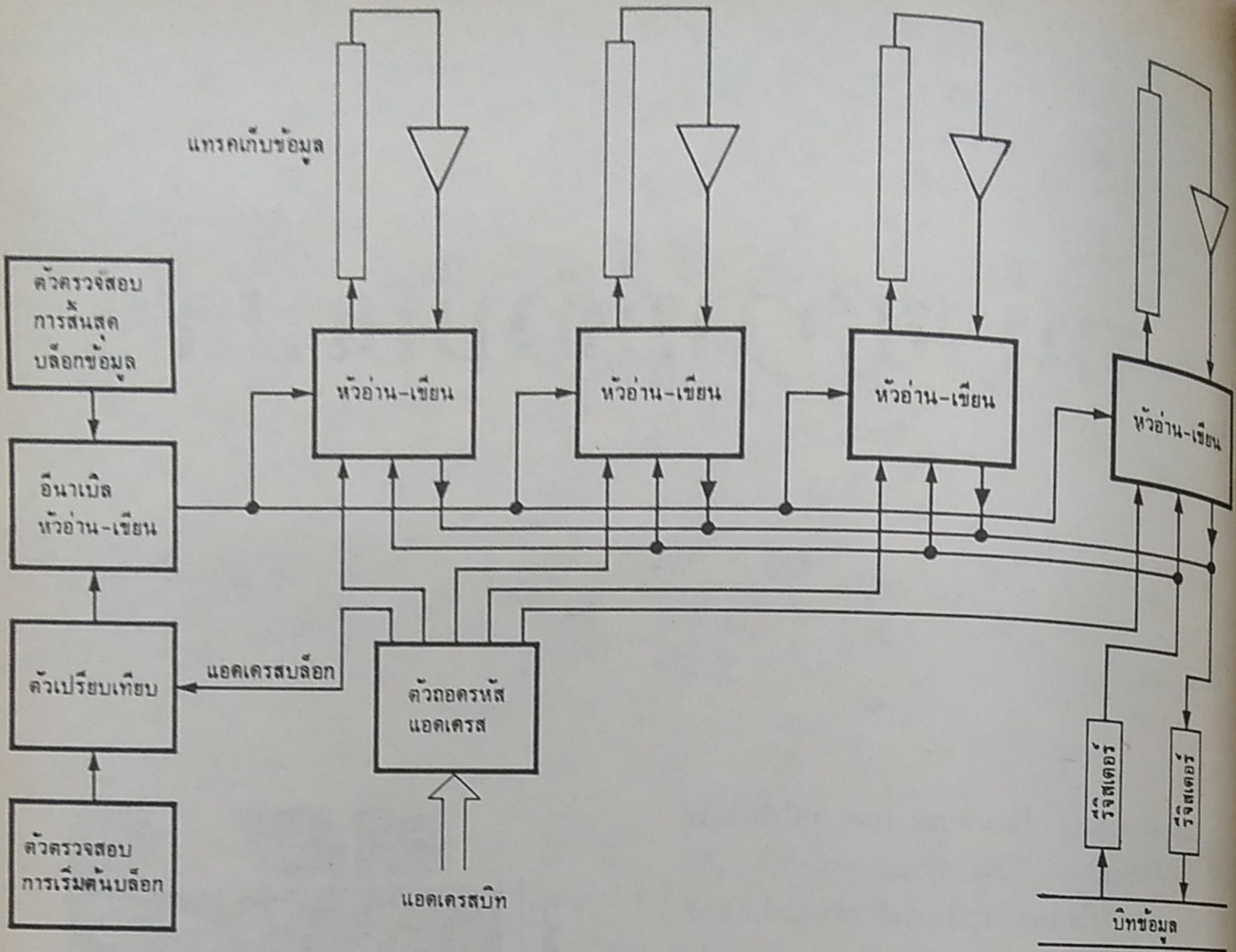


รูปที่ 1 ขนาดของหน่วยความจำบับเบิ้ลแม่เหล็ก

หน่วยความจำบับเบิ้ลมีข้อดีกว่าจานแม่เหล็กอีกหลายประการ เช่น ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูก และมีความจุได้ค่อนข้างมาก เพราะโครงสร้างของบับเบิ้ลเป็นโครงสร้างคล้ายสารกึ่งตัวนำและมีวงจรสารกึ่งตัวนำประกอบจึงทำให้เหมาะกับการใช้งาน

นอกจากนี้บับเบิ้ลยังมีข้อดีเหนือกว่าพวก RAM ที่เป็นสารกึ่งตัวนำเพราะหน่วยความจำบับเบิ้ลแม่เหล็กเป็นหน่วยความจำชนิดนอนโวลาไทล์ ซึ่งเมื่อตัดไฟเลี้ยงวงจรแล้วข้อมูลที่เก็บไว้ก็ไม่หายไปไหน

การใช้จานแม่เหล็กมีข้อดีอย่างหนึ่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นจานแม่เหล็กจำพวกฟลอบปี้ดิสค์หรือดิสเก็ตต์ ทั้งนี้เพราะเราสามารถเก็บข้อมูลไว้และนำไปไหนมาไหนได้ แต่อย่างไรก็ตามหน่วยความจำบับเบิ้ลก็สามารถทำ



รูปที่ 2 ไดอะแกรมโครงสร้างของหน่วยความจำที่มีการเก็บข้อมูลแบบอนุกรม

ให้ตัวมันได้รับการถอดเข้าออกได้ง่ายเหมือนการถอดเข้าออกของไอซีตัวหนึ่งนั่นเอง

หลักการของหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลแบบอนุกรม

ก่อนจะพูดถึงหน่วยความจำแบบบับเบิ้ลเพื่อปูทางให้เข้าใจได้ดียิ่งขึ้น เราจะกล่าวถึงหน่วยความจำแบบจานแม่เหล็กกันก่อน หลักการของหน่วยความจำแบบนี้คือการอ่านหรือเขียนข้อมูลจะเป็นไปตามลำดับก่อนหลัง หน่วยความจำเหล่านี้จึงเหมาะที่จะใช้เป็นตัวเก็บข้อมูลที่มีการเรียงตามลำดับมาแล้ว เช่น โปรแกรมหรือข้อมูลที่จะมีการนำมาใช้หรือบันทึกเข้าแบบเรียงกันไป ข้อดีของการบันทึกแบบนี้อยู่ที่ต้นทุนต่อบิทถูกมาก แต่อย่างไรก็ตามการเขียนและการอ่านจะเป็นไปได้ช้าทั้งนี้เพราะ

1. เสียเวลาในการเลื่อนหัวเขียน-อ่าน

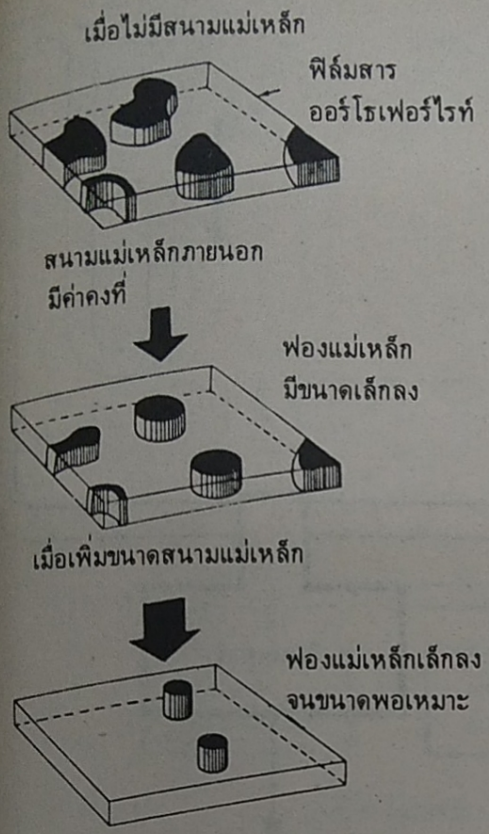
2. ต้องเสียเวลาในการเลือกหาตำแหน่ง

3. ข้อมูลเข้าหรือออกจะต้องเรียงกันออกมาอย่างอนุกรม

การเข้าหรือออกแบบอนุกรม

ในการเก็บข้อมูลแบบอนุกรมนั้นข้อมูลที่เก็บไว้จะเก็บเรียงต่อเนื่องกันไป ส่วนของโครงสร้างที่เก็บเรียงกันไปเรียกว่า แทรค (track) ดังนั้นการอ่านหรือเขียนข้อมูลก็เหมือนกับว่าอ่านเขียนเรียงในแทรคนั่นเอง โดยปกติหน่วยความจำชนิดนี้อาจมีแทรคที่ขนานกันได้หลายแทรค การอ่านอาจอ่านในแทรคใดก็ได้โดยทั่วไป การที่จะเรียกหรือเขียนข้อมูลนั้นเรามักเขียน-อ่านเป็นบล็อก ๆ ซึ่งแต่ละบล็อกจะมีส่วนแอดเดรสต้นบล็อก และสุดท้ายของบล็อกเป็นตัวกำหนดโครงสร้างของหน่วยความจำแบบนี้เขียนเป็นไดอะแกรมได้ตามรูปที่ 2

เมื่อแอดเดรสบิทส่งรหัสมาบอกว่าต้องการให้อ่านข้อมูลในแทรคใดและเริ่มต้นแอดเดรสใดสิ้นสุดที่ใด ส่วนของวงจรถอดรหัสจะทำหน้าที่กำหนดการเลือกหัวอ่านเขียนเพื่อเขียนอ่านในแทรคที่ต้องการโดยชื่อตัวของ



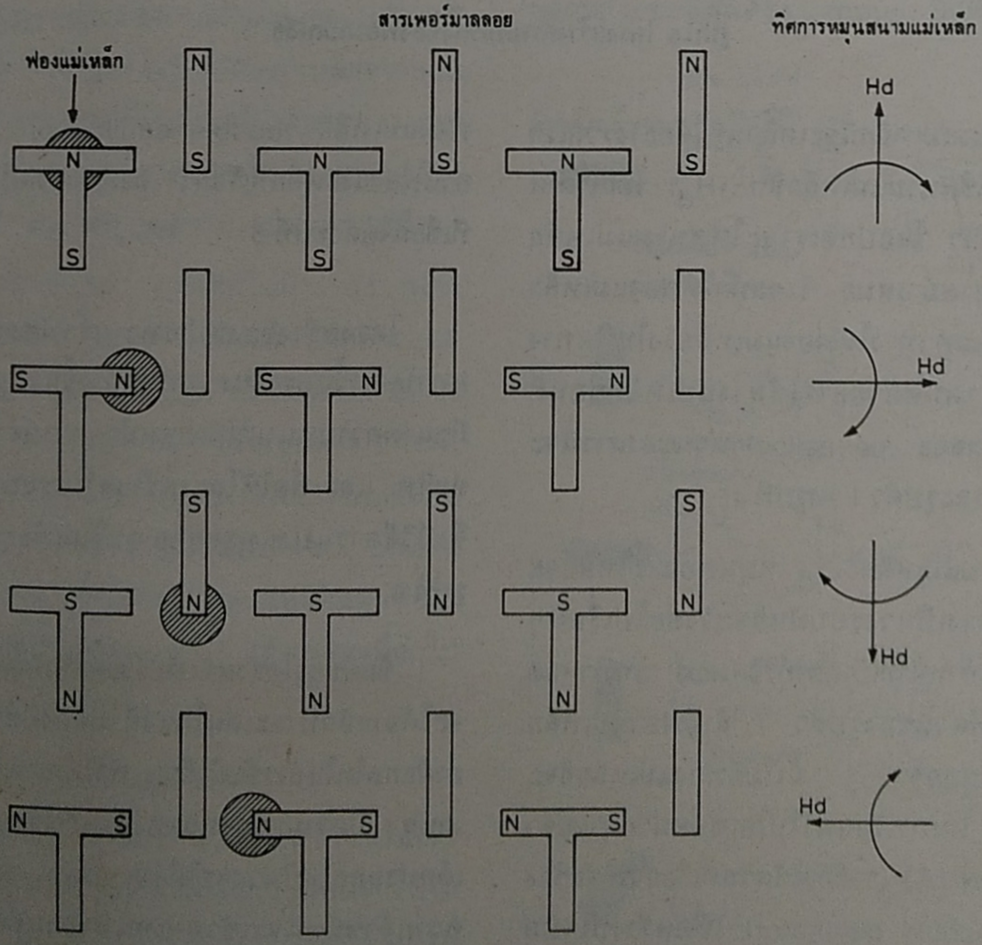
รูปที่ 3 การวางทิศทางสนามแม่เหล็กในสาร orthoferrite

แอดเดรสจะเข้าไปเปรียบเทียบเพื่อให้หัวอ่าน-เขียนทำงานตามบล็อกที่ต้องการ

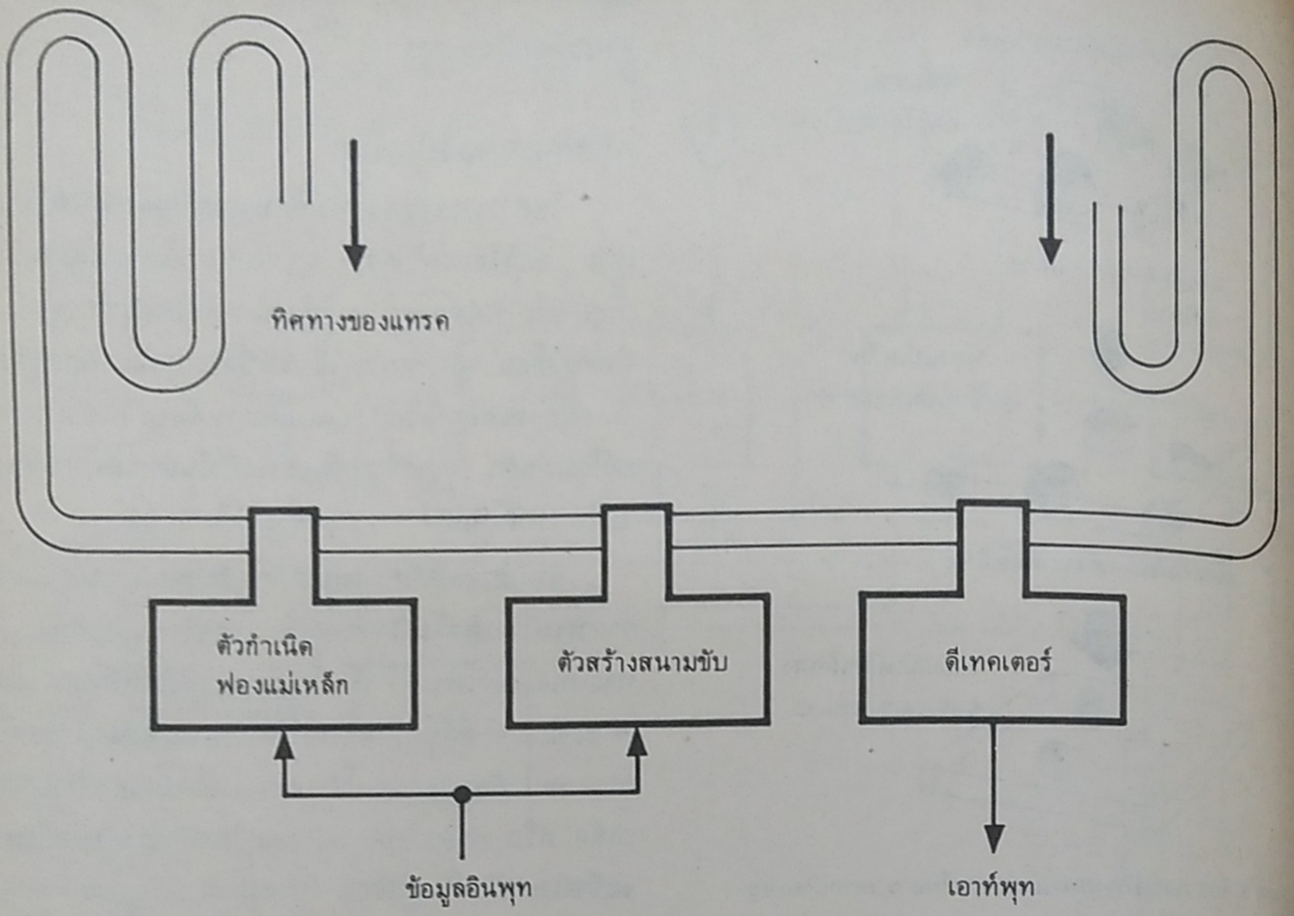
การทำงานของบับเบิ้ล

ในสารบางจำพวกที่มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ เช่น ออร์โธเฟอร์ไรท์ (orthoferrite) และการ์เนท (garnet) ทิศทางของสนามแม่เหล็กโดยธรรมชาติจะมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิว เมื่อไม่มีสนามแม่เหล็กภายนอกโมเลกุลแม่เหล็กที่เรียกว่าโดเมนแม่เหล็กจะจับตัวเป็นกลุ่มอยู่ในแผ่นผิว (ดูรูปที่ 3) และวางตัวในแนวทิศทางที่เป็นไปได้เท่านั้นคือทิศทางสวนทางกันไม่ขึ้นก็ลง

สมมติว่าเราให้สนามแม่เหล็กหลักภายนอก H_b ซึ่งเรียกว่าสนามไบแอสในทิศทางที่ตั้งฉากกับพื้นผิวทิศทางใดทางหนึ่ง เมื่อเพิ่ม H ขึ้น โดเมนแม่เหล็กที่มีทิศสวนกับ H จะค่อย ๆ ลดขนาดลงจนเป็นลักษณะกลมเล็กรูปทรงกระบอก ลักษณะของโดเมนแม่เหล็กนี้เรียกว่าฟองแม่เหล็ก หรือ magnetic bubble โดยทั่วไปฟองแม่เหล็กจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-10 μm



รูปที่ 4 การเคลื่อนที่ของฟองแม่เหล็ก



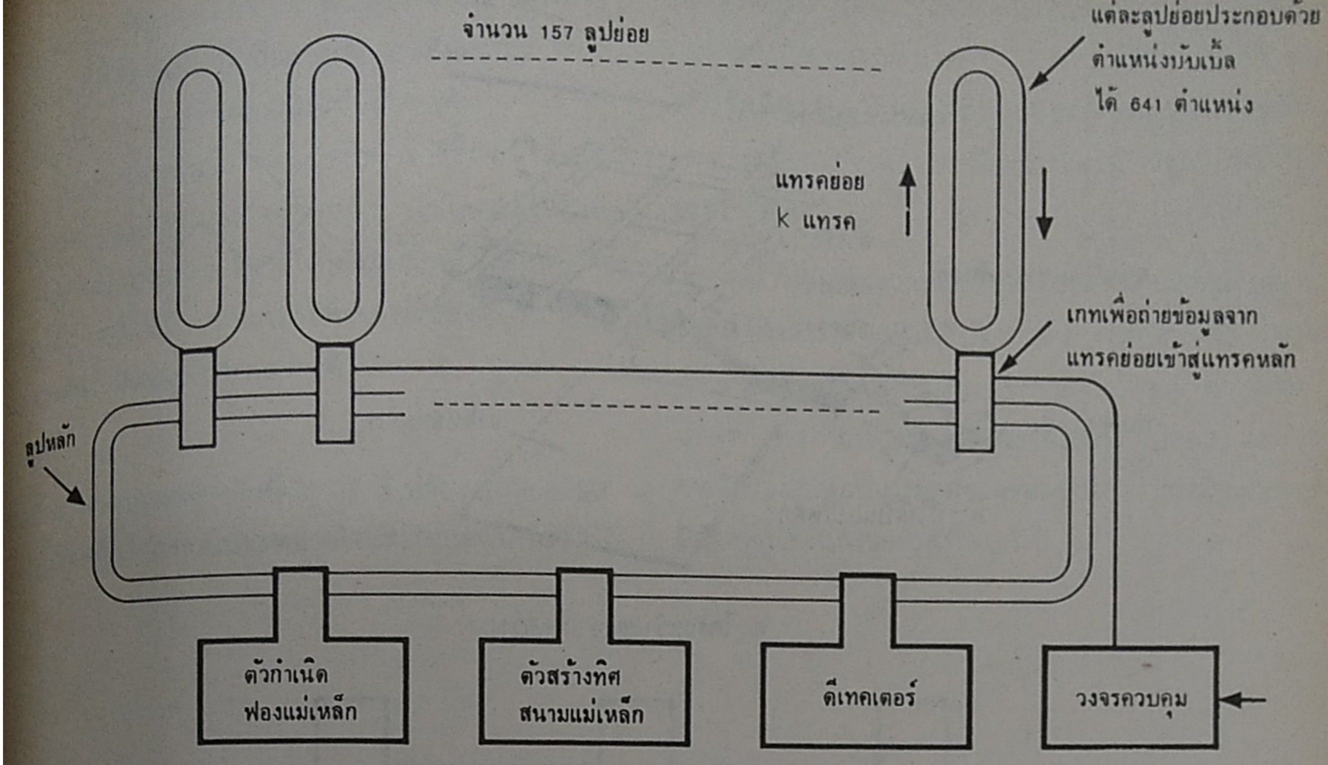
รูปที่ 5 โครงสร้างการเดินทางของฟองแม่เหล็ก

ส่วนของฟองแม่เหล็กนี้จะเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วมากในกรณีที่เราใช้สนามแม่เหล็กขับ (H_d) โดยให้ทิศทางขนานกับพื้นผิว โดยปกติเราจะให้สนามแม่เหล็ก H_d หมุนด้วยอัตราสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้ฟองแม่เหล็กเคลื่อนที่ได้ เราจะทำทางให้ฟองแม่เหล็กวิ่งในทิศทางหรือแนวทางที่กำหนดด้วยการใช้สารแม่เหล็กอ่อนที่เรียกว่า เพอร์มาลลอย (permalloy) ส่วนของสารนี้จะทำเป็นรูปตัว T และรูปตัว I ดังรูปที่ 4

เมื่อให้สนามแม่เหล็ก H_d หมุนฟองแม่เหล็กจะวิ่งถ้าเราวางทิศทางเป็นวงรอบมันก็จะวิ่งต่อไปเรื่อย ๆ เป็นวงรอบเหมือนทำหน้าที่เป็นชิฟท์รีจิสเตอร์ การกำหนดค่าลอจิกเราจะดูที่ส่วนของรูปตัว T ถ้ามีฟองแม่เหล็กอยู่ก็จะกำหนดเป็นลอจิก "1" ถ้าไม่มีฟองแม่เหล็กก็จะเป็นลอจิก "0" ในการเขียนลงไปในเซลหน่วยความจำ (เพอร์มาลลอยรูปตัว T) เราต้องใช้ส่วนที่เรียกว่าตัวสร้างฟองแม่เหล็ก (bubble generator) เพื่อสร้างบับเบิ้ลในแทรค มีส่วนสำหรับเลื่อนข้อมูลที่ใช้สำหรับการเคลื่อนฟองแม่เหล็ก (bubble annihilator) และมีส่วนที่ใช้อ่านฟองแม่เหล็กที่เรียกว่า ตัวดีเทคเตอร์ตามไดอะแกรมที่เขียนได้ดังรูปที่ 5

โครงสร้างของหน่วยความจำฟองแม่เหล็กนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมากจนสามารถสร้างขึ้นในรูปของไอซี โดยมีขนาดความหนาแน่นเซลหน่วยความจำถึง 1 เมกะบิทต่อชิพ และเพื่อให้โครงสร้างสามารถทำงานได้รวดเร็วจึงมีวิธีการแบ่งแทรคย่อย ๆ ในแต่ละชิ้นดังแสดงในรูปที่ 6

ข้อดีของโครงสร้างหน่วยความจำฟองแม่เหล็กเห็นจะได้จากลักษณะเด่นในแง่ที่ไม่ต้องมีส่วนหัวอ่านที่ต้องอาศัยกลไกในการขับเคลื่อน ทำให้ความคงทนของการใช้งานสูง มีความหนาแน่นของการเก็บข้อมูลได้สูง มีขนาดเล็กประกอบเป็นวงจรได้ง่าย ในอนาคตอันใกล้นี้หน่วยความจำชนิดนี้จะเข้ามาแทนที่จานแม่เหล็กที่ใช้กันในปัจจุบัน



รูปที่ 6 โครงสร้าง TBM0101 ซึ่งเป็นหน่วยความจำบับเบิ้ล

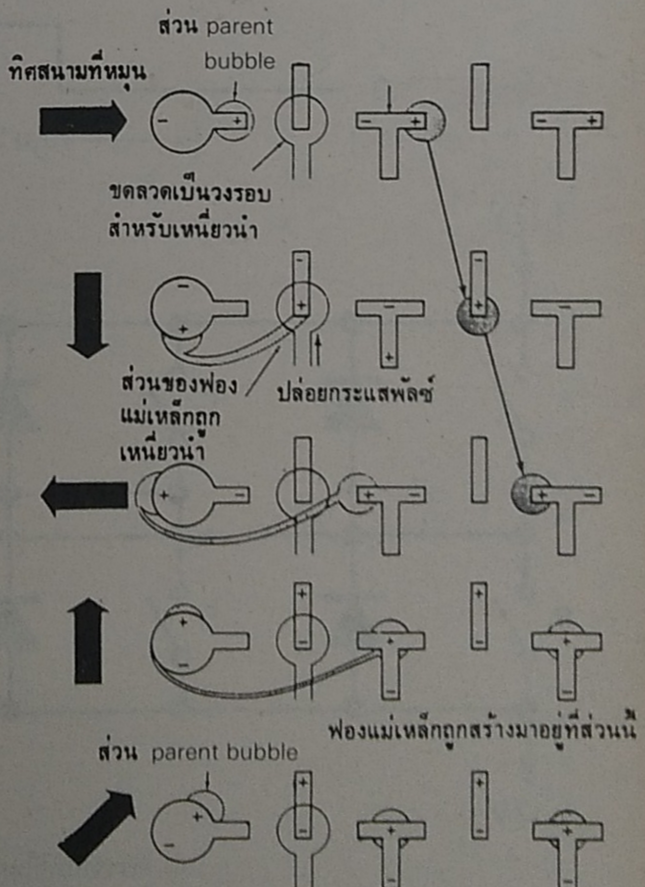
การเกิดของฟองแม่เหล็ก

ในการเกิดฟองแม่เหล็กเริ่มต้นของการเคลื่อนที่วงรอบนั้นอาศัยหลักการเหนี่ยวนำฟองแม่เหล็กจากส่วน parent bubble โดยการปรับกระแสอิมพัลซ์ขนาด 150 mA เข้าไปในลูปให้กับแท่งสารแม่เหล็กชั่วคราวรูปตัว I ที่อยู่ต้นทางของทางวิ่ง ข้อมูลขอให้พิจารณาจากรูปที่ 7

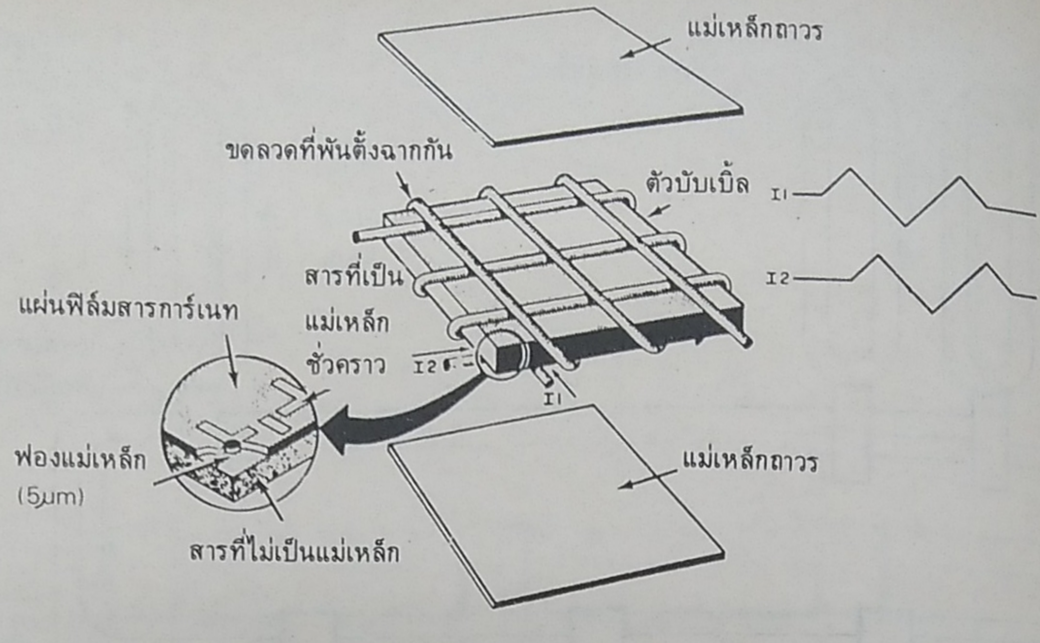
จากรูปจะเห็นว่าในภาวะปกติที่ไม่มีการสร้างฟองแม่เหล็กให้วิ่งเข้าไปในแทรค เราก็จะไม่ปล่อยกระแสลูปเข้าไปวนรอบตัว I อัน ใกล้ที่สุด ครั้นถ้าต้องการสร้างฟองแม่เหล็กเราจะปล่อยกระแสเข้าไปใน ลูปตัว I อันแรกของแทรคในจังหวะทิศทางสนามแนวราบเคลื่อนลงเพื่อให้แท่งแม่เหล็ก I ตัวแรกดึงฟองแม่เหล็กจาก parent bubble เข้าสู่แทรค ครั้นเมื่อสนามแม่เหล็กหมุนต่อไปมันก็จะเคลื่อนเข้ามายังส่วนของตัว T แล้วเคลื่อนที่ต่อไป

เราสร้างสนามแม่เหล็กที่หมุนได้อย่างไร

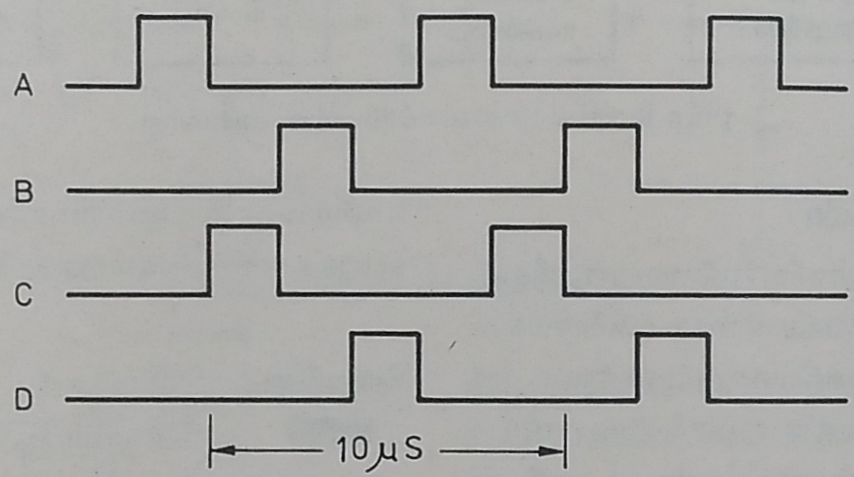
โครงสร้างที่แท้จริงของหน่วยความจำแบบนี้จะประกอบด้วยแผ่นฟิล์มบับเบิ้ลแม่เหล็กฉาบบนสารที่ไม่เป็นแม่เหล็ก โดยบนแผ่นฟิล์มจะประกอบด้วยสารที่ทำเป็นแม่เหล็กชั่วคราวรูปตัว I และ T เป็นเส้นทางตามที่กำหนดโดยแผ่นทั้งหมดนี้จะได้รับการพันด้วยขดลวด 2 ขดที่พันตั้งฉากกันและเมื่อพันขดลวด แล้วก็

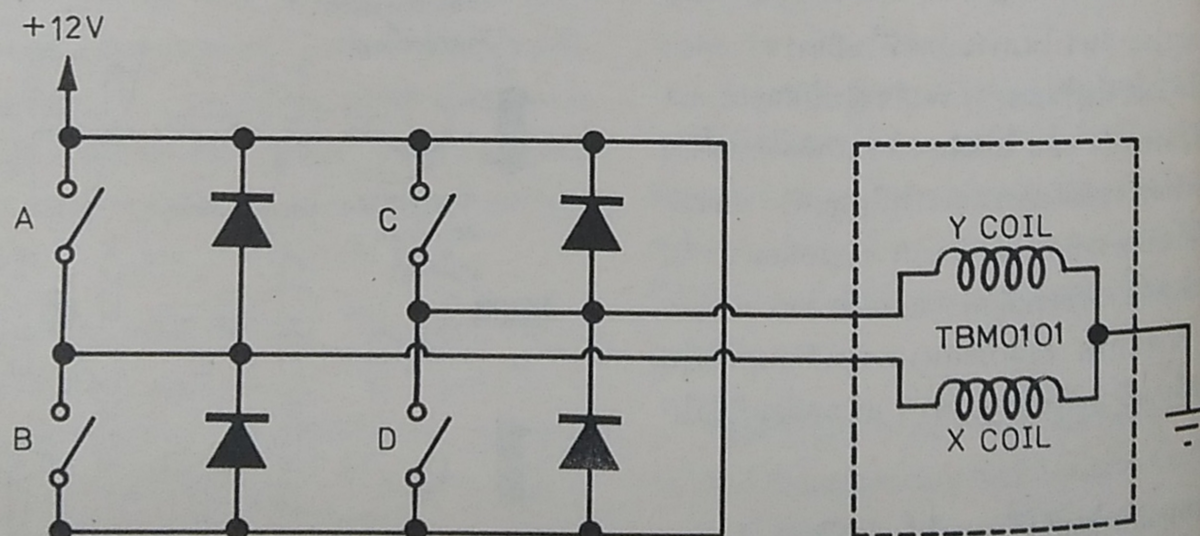


รูปที่ 7 แสดงโครงสร้างการสร้างฟองแม่เหล็กในแทรคทางวิ่ง



ก. โครงสร้างของ TBM0101





ข. วงจรขับที่ใช้ในการหมุนสนามแม่เหล็ก

รูปที่ 8 โครงสร้างของหน่วยความจำบับเบิ้ล

จะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กในแนวดิ่งให้ฟองแม่เหล็กมีขนาดเล็กตามที่ต้องการ โครงร่างของหน่วยความจำนี้แสดงให้เห็นดังรูปที่ 8

ในการหมุนสนามในแนวราบ เรากระทำได้ด้วยการป้อนกระแส I_1 และ I_2 ตามรูปร่างลักษณะที่เขียนไว้ จะเห็นว่ากระแสจะมีการไหลไปและกลับได้โดย I_1 และ I_2 เหลื่อมกัน ถ้าเรามาไล่ผลลัพธ์ของสนามที่เกิดขึ้นจะเห็นว่ามันหมุนไปรอบ ๆ ได้

ส่งท้าย หน่วยความจำชนิดนี้นับว่ายังใหม่ต่อวงการอยู่ค่อนข้างมากแต่ก็สร้างความประหลาดใจและความฝันเกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้มือถือได้ให้ดูจะเป็นจริงขึ้นได้ เพราะหน่วยความจำเบอร์ TBM0101 ของบริษัทเท็กซัสอินสทรูเม้นต์ประกอบออกมาเป็นรูปไอซีขนาด 14 ขาแต่มีความจุได้ถึง 92 กิโลบิทและนับวันความเข้มข้นจะยิ่งสูงขึ้นทุกวัน

สำหรับบทความนี้เป็นเพียงบทความแนะนำความรู้เบื้องต้นเท่านั้นรายละเอียดของการทำงานที่ยังไม่ได้อธิบายถึงยังมีอีกหลายประการด้วยกัน เช่น การดีเทคลอจิก การถ่ายทอดระหว่างลูปหลักกับลูปรอง และวิธีการจัดรวมกลุ่มเป็นบล็อกของข้อมูลเนื่องจากหน้ากระดาษมีจำกัดผู้เขียนจึงขอจบเพียงเท่านี้

ไมโครคอมพิวเตอร์แผงเดียว

ไมโครโปรเซสเซอร์ที่เป็นที่รู้จักกันดีในปัจจุบันจนกล่าวได้ว่าเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่แพร่หลายมากที่สุดก็เห็นจะได้แก่ ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิท เช่น เบอร์ 8080 และ 8085 ของบริษัทอินเทล Z80 ของบริษัทไซล๊อก 6800 ของบริษัทมอโตโรล่า และ 2650 ของบริษัทซิกเนติกส์

ทำไมจึงนิยม 8 บิท

จะว่ากันตามความจริงแล้วเราพบว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์พัฒนาไปเร็วกว่าเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำ โครงสร้างของคอมพิวเตอร์มีลักษณะยุ่งยาก และซับซ้อนมากขึ้นจนไม่สามารถสร้างขึ้นด้วยไอซี และเมื่อเทคโนโลยี LSI เจริญก้าวหน้าขึ้นจนสามารถสร้างไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 4 บิทได้ การตื่นตัวในการสร้างไมโครโปรเซสเซอร์ก็มากขึ้น ปัญหาที่ตามมาก็คือ จะทำอย่างไรที่ทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์มีราคาถูก โดยปกติราคาต้นทุนของไอซีกว่า 50% จะอยู่ที่การควบคุมคุณภาพและราคาต้นทุนในการควบคุมคุณภาพจะแปรตรงตามจำนวนขาของไอซี มาถึงจุดนี้เองบริษัทผู้ผลิตก็ถูกจำกัดจำนวนขาไอซีไว้เพียง 40 ขา ถ้าหากว่าขาไอซีมีมากเกินกว่า 40 ขา จะทำให้บริษัทไม่สามารถแข่งขันการขายได้เลย

เมื่อจำนวนขาของไอซีมีจำกัดเพียง 40 ขา ผู้ผลิตจึงต้องอาศัยเทคนิคทางด้านวงจรเข้าช่วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของตัวไมโครโปรเซสเซอร์ และสิ่งหนึ่งที่เห็นเด่นชัดก็คือการใช้ *ระบบมัลติเพล็กซ์*

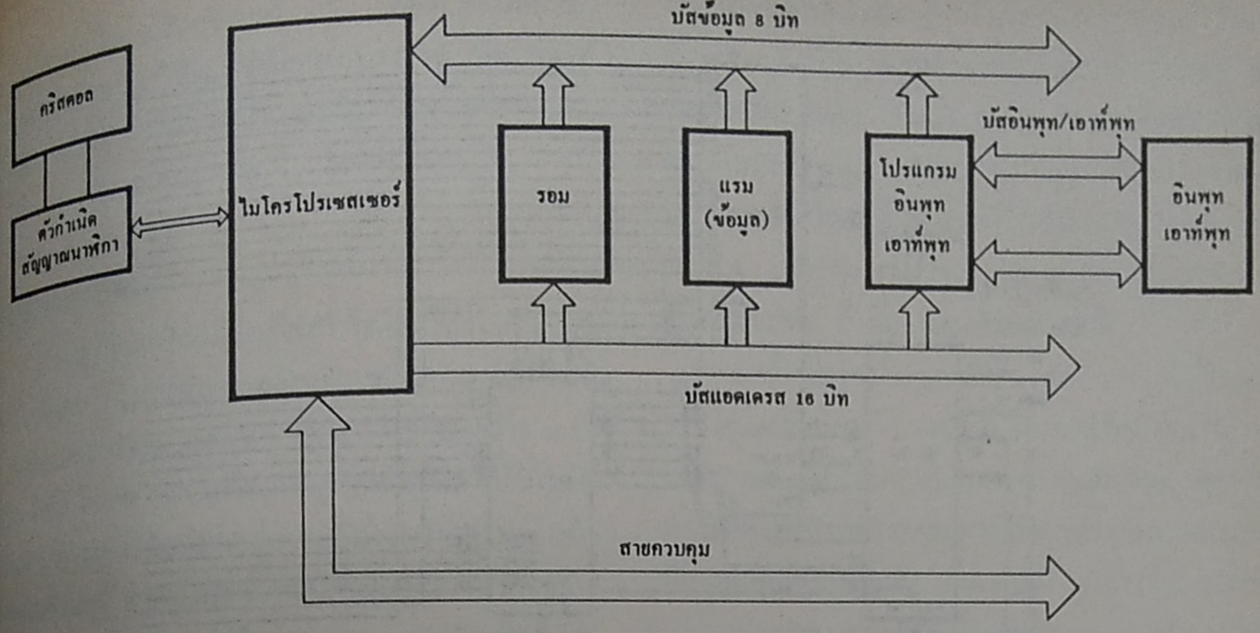
อย่างไรก็ตามเมื่อใช้ระบบมัลติเพล็กซ์ปัญหาที่เกิดขึ้นก็คือความเร็วในการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์จะลดลง เพราะจะต้องแบ่งเวลาในการทำงาน

ถ้าพิจารณาจากเหตุผลของจำนวน 40 ขาแล้ว จะเห็นว่าไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิทดูจะเหมาะสมเพราะจำนวนขาที่จะต้องใช้ใน 40 ขานี้ยังพอเพียง โดยแบ่งเป็นขาข้อมูล 8 ขา ขาแอดเดรส 16 ขา ขาไฟเลี้ยงและกราวนด์อีก 2 ขา รวมเป็น 26 ขา ที่เหลือนอกนั้นก็ใช้เป็นขาควบคุมย่อมพอเพียง แต่ถ้าให้จำนวน 40 ขาเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิท จำนวนขาก็ดูจะน้อยไป ดังนั้นระบบมัลติเพล็กซ์ระหว่างข้อมูลกับแอดเดรสจึงถูกนำมาใช้และโครงสร้างทางวงจรก็จะดูยุ่งยากกว่ามาก

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาแล้วนี้เองจึงทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิทจึงเฟื่องฟูขึ้นมาก และเมื่อเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำได้พัฒนาเพิ่มขึ้นอีกจนถึงปัจจุบัน แนวทางของไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 16 บิท ซึ่งมีความสามารถเท่าเทียมกับมินิคอมพิวเตอร์ก็ดูจะสดใสยิ่งขึ้น

หนทางที่ไมโครโปรเซสเซอร์จะติดต่อกับวงจรภายนอก

การประยุกต์ใช้งานไมโครโปรเซสเซอร์จำเป็นจะ



รูปที่ 1 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้กันทั่วไป

ต้องต่อกับโลกภายนอก โครงสร้างการติดต่อของไมโครโปรเซสเซอร์แสดงให้เห็นดังรูปที่ 1

ไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิทมาตรฐานจะต้องประกอบด้วยบัสด้วยกัน 3 บัส คือ บัสข้อมูล 8 บิท ซึ่งเป็นบัสชนิดสองทาง บัสแอดเดรสขนาด 16 บิท และเป็นบัสชนิดทิศทางเดียวคือสัญญาณแอดเดรสจะออกจากตัวไมโครโปรเซสเซอร์เพื่อกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของหน่วยความจำ ถ้าขนาดของบัสแอดเดรสมี 16 สายก็สามารถกำหนดหน่วยความจำได้โดยตรงถึง 2^{16} หรือ 65536 หรือ 64K (1K = 1024) ส่วนบัสควบคุมมีจำนวนสาย 10 ถึง 12 สาย แต่ละสายจะเป็นตัวรับหรือส่งสัญญาณเพื่อใช้ในการซิงโครไนซ์จังหวะการทำงานระหว่างตัวไมโครโปรเซสเซอร์กับวงจรภายนอก

วงจรไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะต่อวงจรภายนอกกับไมโครโปรเซสเซอร์ โดยอาศัยบัสทั้งสามนี้ อุปกรณ์ภายนอกที่ใช้ในการต่อเพื่อให้เป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ ก็เห็นจะได้แก่ ROM RAM และ PIO

ROM เป็นส่วนที่สำคัญที่ใช้ในการเก็บโปรแกรมในไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นเดียว ROM มักเป็นตัวเก็บโปรแกรมที่เรียกว่า Bootstrap program หรือ Monitor program โปรแกรมทั้งสองที่กล่าวถึงนี้มีประโยชน์เพื่อให้ผู้ใช้ได้ใช้งานในการสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามฟังก์ชันที่ต้องการได้ ส่วน RAM เป็นหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้โปรแกรมข้อมูลไว้ได้ ส่วนของ PIO เป็นส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่ง PIO เป็นคำย่อมาจาก Programmable Input/Output ลักษณะ PIO เป็นวงจรทางฮาร์ดแวร์ที่ทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์บัสข้อมูลเข้ากับส่วนของอินพุทและเอาท์พุท ซึ่งโดยปกติจะต้องมีมากกว่า 2 อินพุท และ 2 เอาท์พุท

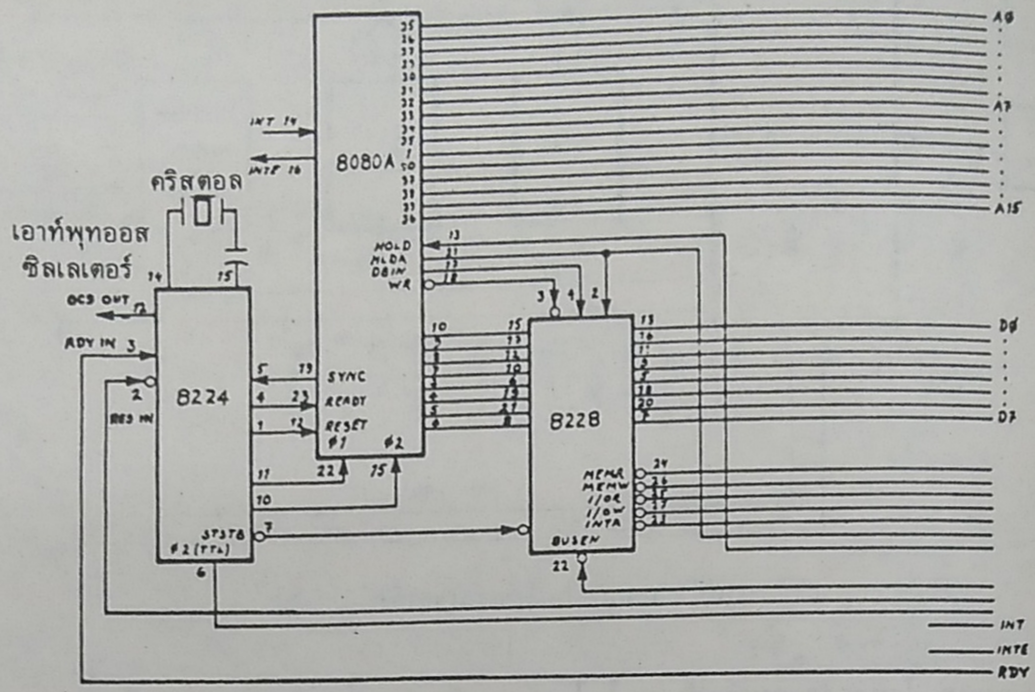
สัญญาณควบคุมของไมโครโปรเซสเซอร์

ในไมโครโปรเซสเซอร์แต่ละเบอร์อาจจะมีส่วนรายละเอียดของสัญญาณควบคุมที่แตกต่างกัน แต่โดยหลักการใหญ่ ๆ แล้วไมโครโปรเซสเซอร์มีสัญญาณควบคุมไว้เพื่อ

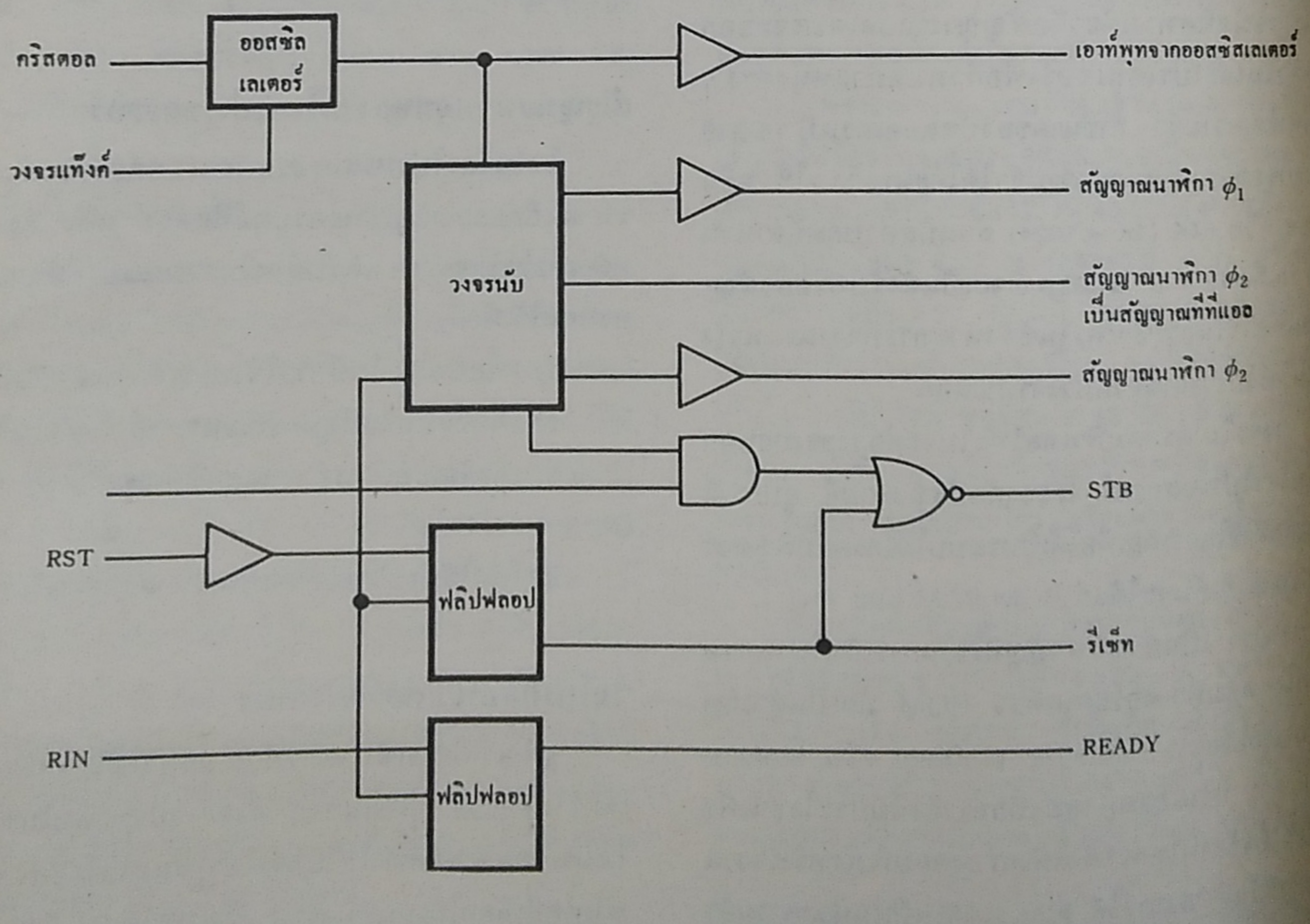
1. เพื่อซิงโครไนซ์การใช้หน่วยความจำกับซีพียู
2. เพื่อซิงโครไนซ์อุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทกับซีพียู
3. เพื่อจัดระดับการทำงานเช่น อินเตอร์รัพท์ และ DMA
4. เพื่อใช้ประโยชน์ที่จำเป็นเช่น สัญญาณรีเซ็ท

ไมโครคอมพิวเตอร์แผงเดียว

เพื่อเป็นการเข้าใจการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ได้ดียิ่งขึ้น ผู้เขียนขอยกตัวอย่างประกอบในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 สาเหตุที่เลือกใช้เบอร์นี้เพราะเป็นเบอร์ที่แพร่หลายและมีผู้ใช้กันมากในไมโครคอมพิวเตอร์แผงเดียว



รูปที่ 2



รูปที่ 3 บล็อกไดอะแกรมวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

โดยปกติการใช้ไอซีเบอร์ 8080 เพียงเบอร์เดียวยังไม่พอเพียงที่จะทำให้เป็นซีพียูที่สมบูรณ์ได้ อินเทลได้ออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับสามเบอร์คือ 8080 8224 และ 8228 การประกอบต่อร่วมกันก็จะได้ดังรูปที่ 2

สัญญาณนาฬิกา

สัญญาณนาฬิกาที่ต้องใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8080 เป็นสัญญาณนาฬิกาชนิดสองเฟสที่ไม่มีส่วนซ้อนกัน สัญญาณนาฬิกาต้องแกว่งอยู่ระหว่าง +11 กับ +0.3 โวลท์ จะเห็นได้ว่าสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ไม่ได้เป็นสัญญาณที่ใช้กับทีทีแอล ดังนั้นบริษัทอินเทลจึงผลิตไอซีเบอร์ 8224 เป็นตัวสร้างสัญญาณนาฬิกาให้กับ 8080 ซึ่งเมื่อใช้ร่วมกันแล้วก็จะลดปัญหาการสร้างสัญญาณนาฬิกาได้หมดสิ้น บล็อกไดอะแกรมของไอซีเบอร์ 8224 แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3

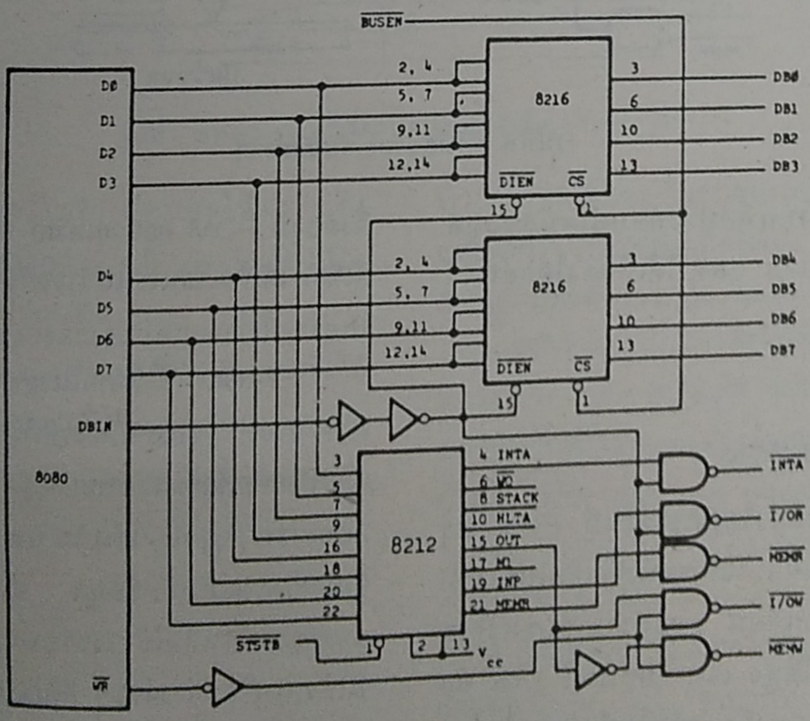
การควบคุมระบบ

ในขณะที่อินเทลทำการออกแบบตัว 8080 ใหม่ อินเทลพยายามที่จะรวมสัญญาณควบคุมเข้าไปในสายของสัญญาณข้อมูลด้วยการใช้ระบบมัลติเพล็กซ์ เพื่อลดจำนวนสายของสัญญาณควบคุมลงหรือเป็นการลดจำนวนขาให้ได้ 40 ขา ดังนั้นอินเทลจะต้องสร้างไอซีอีกตัวหนึ่งภายนอกที่ทำหน้าที่แลทช์สัญญาณควบคุมออกจากสัญญาณข้อมูล ในยุคแรกอินเทลได้สร้างไอซีเบอร์ 8212 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัว status latch สาเหตุที่ต้องให้สัญญาณควบคุมมัลติเพล็กกับสัญญาณข้อมูลก็เนื่องจากว่าเทคโนโลยีขณะนั้นอินเทลต้องใช้ขาไอซีสำหรับไฟเลี้ยง 3 ค่าแรงดัน ซึ่งใช้ถึง 4 ขา และสัญญาณนาฬิกาก็เป็นสัญญาณสองเฟส ซึ่งต้องใช้ขามากกว่าปกติ

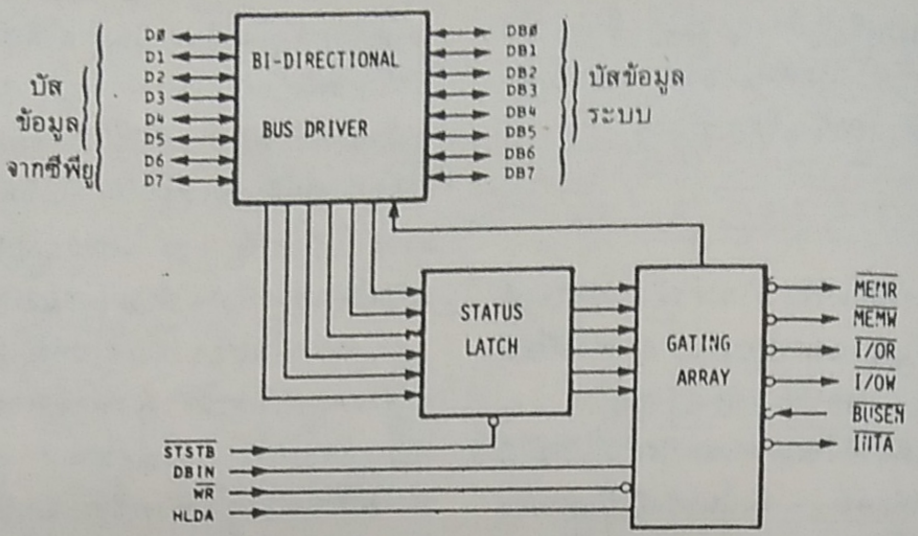
ดังนั้นไมโครโปรเซสเซอร์ยุคต้น ๆ จึงต้องอาศัยวงจรแลทช์ และใช้วงจรลอจิกเกทเพิ่มเติมเพื่อสร้างสัญญาณซิงค์กับอุปกรณ์ภายนอก และด้วยเหตุผลนี้เองทำให้โครงสร้างของการเชื่อมต่อมาตรฐานบางแบบต้องมีการกำหนดขาที่ขึ้นกับไอซีเหล่านี้ เช่น S100 เป็นต้น

ลักษณะของการเชื่อมต่อระบบควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ แสดงให้เห็นดังรูปที่ 4

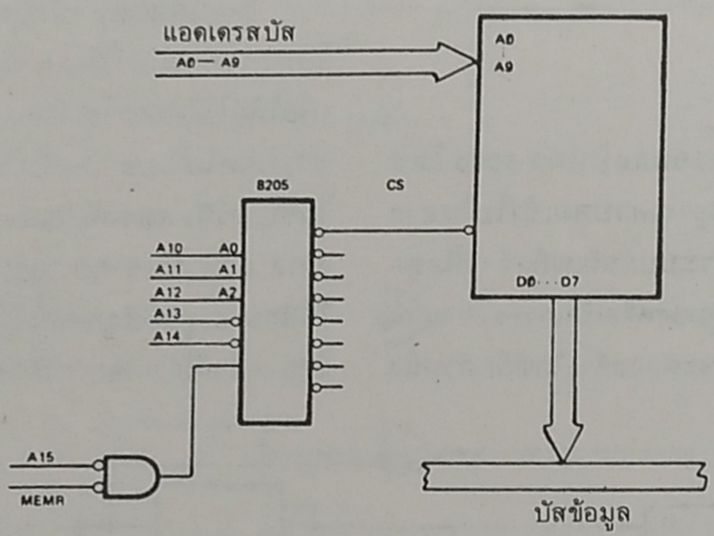
อินเทลได้ตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้เป็นอย่างยิ่ง จึงได้หาทางรวมไอซีต่าง ๆ ที่แสดงในรูปที่ 4 เข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้ใช้ได้ประโยชน์จากการใช้งานได้ง่ายเข้า โดยได้สร้างเป็นไอซีเบอร์ใหม่ขึ้น คือเบอร์ 8228 ลักษณะของไอซีเบอร์นี้แสดงให้เห็นดังรูปที่ 5 ซึ่งเป็นการรวมไอซี 8212 และ 8216 กับวงจรเกทที่ต้องใช้ภายนอกออกเพื่อให้ลักษณะการใช้งานของไมโครโปรเซสเซอร์เหลือเพียงไอซี 3 ตัวกับ RAM ROM ภายนอก



รูปที่ 4 การใช้ไอซีเบอร์ 8212 และ 8216 เป็นตัวควบคุมระบบ



รูปที่ 5 โครงสร้างภายในของ 8228



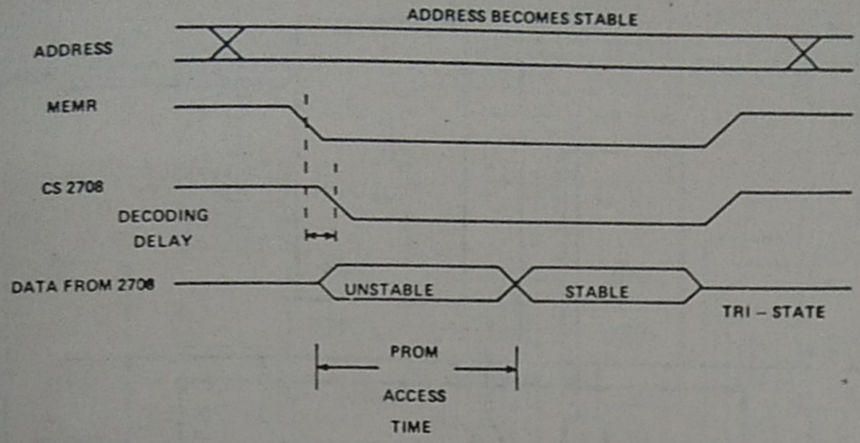
รูปที่ 6 การต่อ 2708 กับบัสต่างๆ

ลักษณะการต่อใช้งานเพื่อประกอบเป็นบัสข้อมูล บัสแอดเดรสและบัสควบคุม แสดงให้เห็นดังได้กล่าวไว้แล้วในรูปที่ 2

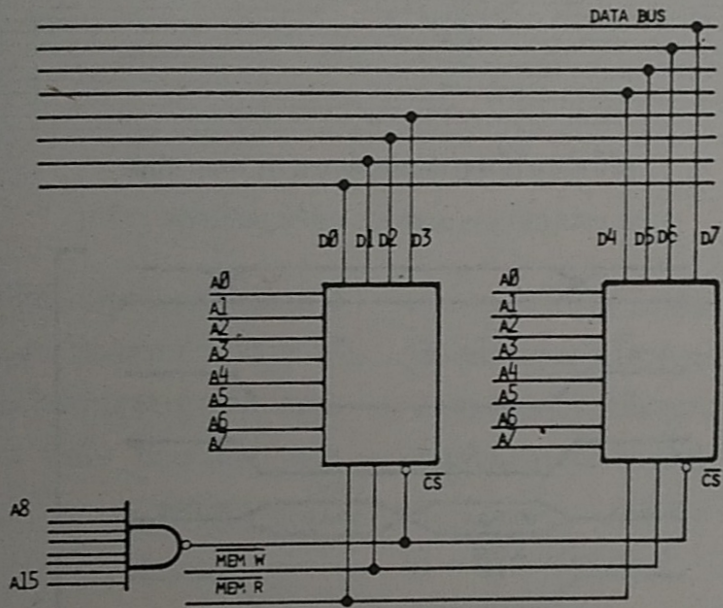
การเชื่อมต่อ 8080 กับ ROM

ไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปมักจะต้องมี ROM อยู่ด้วยเสมอ ROM ให้ข้อดีเด่นประการหนึ่งคือเก็บโปรแกรมไว้ในตัวเองได้โดยไม่ลบเลือน และความเข้มของการบรรจุโปรแกรมก็เป็นไปได้สูง เช่น ไอซีเบอร์ 2708 ซึ่งเป็น EPROM มีความจุได้สูงถึง 1024 ไบท์ ดังนั้นในการประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์กับงานใดงานหนึ่งโดยเฉพาะจึงต้องมี ROM อยู่ด้วยเสมอ การต่อ ROM และ RAM ผู้เขียนได้เคยเขียนลงในวารสารเซมิฯมาครั้งหนึ่งแล้ว แต่ในคราวนี้เราจะกล่าวเจาะจงเฉพาะที่ใช้กับ 8080

EPROM ที่ใช้มากในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ก็คือเบอร์ 2708 2708 เป็นไอซีที่มีขาแอดเดรส 10 ขา ดังนั้นเมื่อเชื่อมต่อเข้ากับระบบขา A_0 - A_9 ของไอซีจะต่อกับบัสแอดเดรส A_0-A_9 เช่นกัน และทำนองเดียวกันส่วนของข้อมูลก็จะต่อกับบัสข้อมูล และเราจำเป็นจะต้องต่อสายแอดเดรสที่เหลือเข้าวงจรถอดรหัสเพื่อเลือกตัว ROM ที่ใช้งานหรือกล่าวง่าย ๆ ก็คือเป็นการกำหนดว่า 1K ของ ROM อยู่ตรงส่วนใดใน 64K ของระบบ และเพื่อให้ซีพียูอ่านข้อมูลจาก ROM ได้ ซีพียูก็จะส่งสัญญาณ



รูปที่ 7 ไดอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของ ROM



รูปที่ 8 การต่อ 2111 RAM กับบัสของไมโครคอมพิวเตอร์

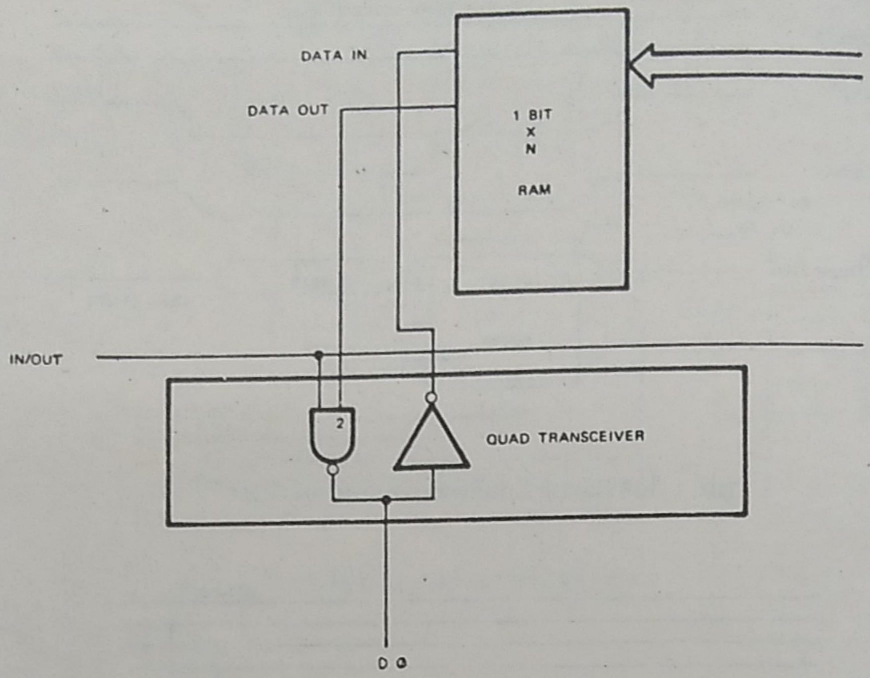
MEMR หรืออ่านหน่วยความจำเพื่อบอกให้ทราบถึงเวลาที่ต้องการอ่านนั่นคือสัญญาณ MEMR จะต้องเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาณที่ใช้อีนาเบิล ROM

เพื่อให้การใช้งานสะดวกสบายยิ่งขึ้น อินเทลจึงได้สร้างไอซีที่เป็นตัวถอดรหัสเพื่อใช้ในการกำหนดหน่วยความจำโดยเฉพาะและให้เบอร์ว่า 8205 ดังนั้นถ้าต้องการจะต่อ ROM จำนวนมากกว่า 1 ตัวเราก็ต้องใช้ไอ 8205 เป็นตัวช่วย

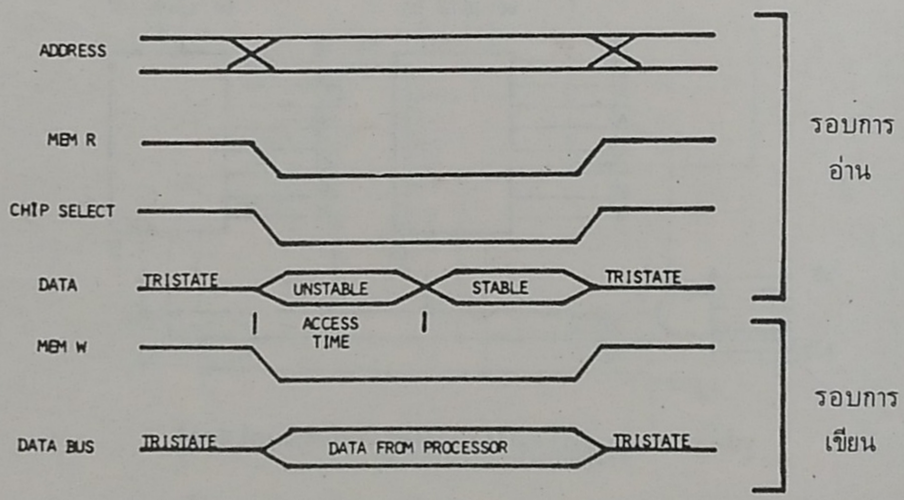
การเชื่อมต่อกับ RAM

แรมเป็นส่วนของการเก็บโปรแกรมที่ผู้ใช้สามารถจะโปรแกรมข้อมูลต่าง ๆ ลงไปได้ ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ก็จะมีขนาดของ RAM ใหญ่โตขึ้น และหากว่าเราไม่ใช้เทคนิคใดเพิ่มเติมไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะเชื่อมต่อกับแรมได้ถึง 64K

ในกรณี 8 บิทไมโครโปรเซสเซอร์ส่วนของการฟอร์ม 256 ไบท์ จะต้องใช้ RAM ขนาด 256 × 4 ถึงสองตัว ในที่นี้เราจะยกตัวอย่างการต่อ RAM เบอร์ 2111 ซึ่งเป็นขนาด 256 × 4 โดยการกำหนดแอดเดรสอยู่ระหว่าง FFOO ถึง FFFF (เลขฐานสิบหก) เราก็จำเป็นจะต้องใช้ NAND เกท 8 อินพุทเป็นตัวกำหนดเลือก RAM โดยอินพุททั้ง 8 ของ NAND เกทจะต่อกับสายแอดเดรส A_8-A_{15} และเอาท์พุทของ NAND เกทก็จะต่อเข้ากับขาอีนาเบิลของ RAM ลักษณะการต่อ RAM เบอร์ 2111 กับบัสแสดงให้เห็นดังรูปที่ 8



รูปที่ 9 การใช้วงจรบัฟเฟอร์ต่อระหว่าง RAM กับบัส



รูปที่ 10 ไดอะแกรมเวลาแสดงการอ่านการเขียน RAM

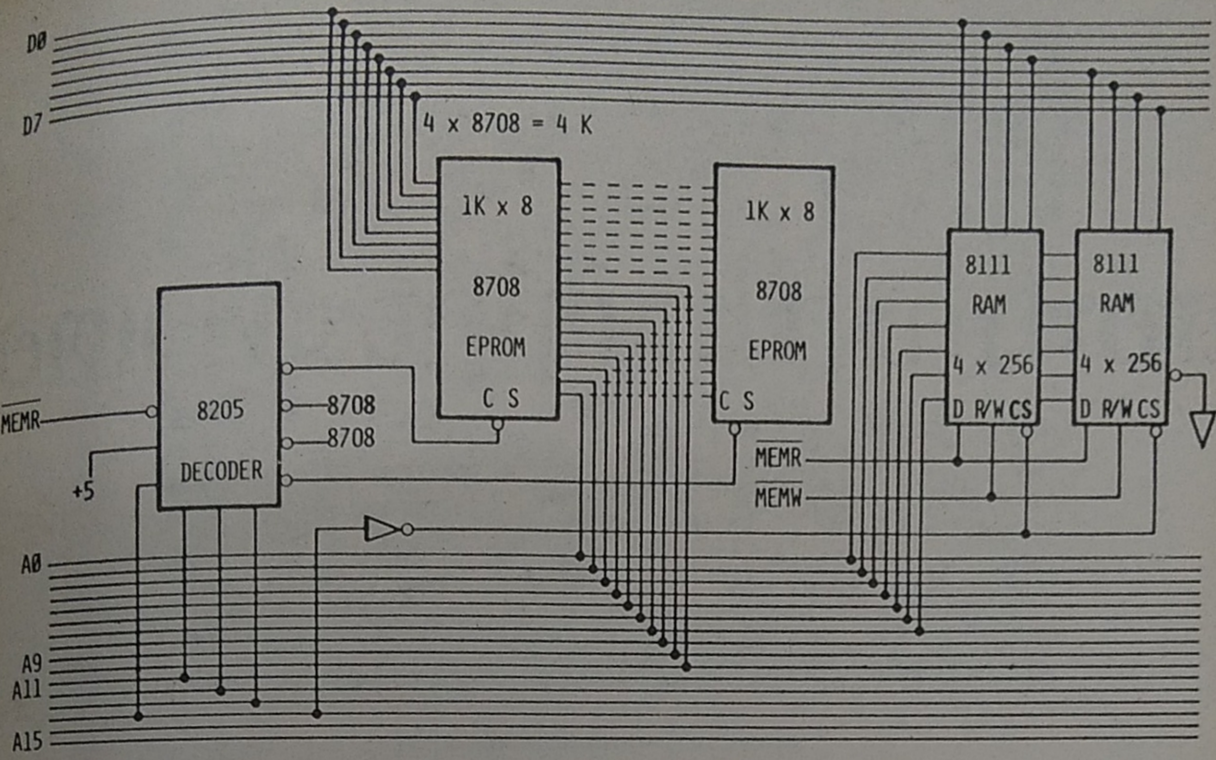
ไอซีหน่วยความจำเบอร์ 2111 เป็นไอซีที่มีขาข้อมูลออก ข้อมูลเข้าร่วมกัน และวงจรภายในยังมีส่วนของวงจรบัฟเฟอร์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลจากบัสในตัว แต่ในกรณีที่เราใช้ไอซีหน่วยความจำเบอร์อื่นที่ไม่มีส่วนของบัฟเฟอร์รับส่งข้อมูลจากบัส เราจำเป็นต้องต่อวงจรเกทเพิ่มเติม หรือมิฉะนั้นเราก็จะต้องหาไอซีที่เป็นตัว Bus transceiver เป็นตัวบัฟเฟอร์ดังแสดงในรูปที่ 9

ไดอะแกรมเวลาแสดงการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ RAM แสดงให้เห็นดังในรูปที่ 10

มาในขณะนี้เราก็คงพอเห็นแล้วว่าการที่จะต่อ RAM ROM กับไมโครโปรเซสเซอร์เป็นเรื่องที่ไม่ยากเย็นอะไรนัก เราจะกำหนดแอดเดรสของการใช้งาน RAM และ ROM อยู่ที่ใดก็ได้ โดยการถอดรหัสแล้วควบคุมขาอีนาเบิลของไอซี RAM, ROM

วงจรการเชื่อมต่อระหว่าง ROM RAM กับไมโครโปรเซสเซอร์ที่สมบูรณ์ตามที่กล่าวแล้วแสดงให้เห็นดังรูปที่ 11

การเชื่อมต่อเพื่อให้เป็นไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดแผงเดียวนั้น สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือการเชื่อมต่อ



รูปที่ 11 วงจรที่สมบูรณ์ในการเชื่อมต่อ 8080 กับ RAM, ROM

กับเพอริเฟอรัลอื่น ๆ เช่น สวิตช์อินพุท แผงแสดงแอลอีดี เอาท์พุท คีย์บอร์ดอินพุท ฯลฯ ในโอกาสต่อไปเราจะได้กล่าวถึงการเชื่อมต่อของส่วนอินพุทและเอาท์พุท และการสร้างโปรแกรมใน ROM ที่เป็น Bootstrap หรือ monitor โปรแกรมเพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจจะได้เข้าใจในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ดียิ่งขึ้น และสำหรับนักสมัครเล่นทางอิเลคทรอนิคส์ อาจจะสร้างไมโครคอมพิวเตอร์แผงเดียวขึ้นใช้งานได้

สอนภาษาไทยให้คอมพิวเตอร์

ภาษาไทยเอกลักษณ์ประจำชาติ

เป็นความภูมิใจของเราเป็นอย่างยิ่งที่มีภาษาไทยเป็นภาษาประจำชาติ เราลองหันไปดูประเทศรอบบ้านเราที่เคยเป็นอาณานิคมของต่างชาติล้วนแล้วแต่ต้องนำเอาภาษาของประเทศอื่นเป็นภาษาประจำชาติ เช่น ภาษาอังกฤษ หรือฝรั่งเศส ภาษาไทยคือความภูมิใจของชนชาวไทย

เมื่อหลายเดือนมาแล้ว บางท่านคงจะเคยได้ฟังบทความทางวิทยุกระจายเสียงและหน้าหนังสือพิมพ์ถึงการกล่าวอ้างของนักคอมพิวเตอร์และนักภาษาศาสตร์บางคนว่า ภาษาไทยน่าจะมีการดัดแปลง เช่น ภาษาญี่ปุ่นเพื่อให้ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ง่าย เหตุผลนั้นจำเป็นนักหรือ ? แต่สำหรับผู้เขียนแล้ว ความคิดเห็นของผู้เขียนคือ ต้องการให้ภาษาไทยคงรูปแบบเดิม และนักคอมพิวเตอร์ต่างหากต้องพัฒนาให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลข้อมูลภาษาไทยได้

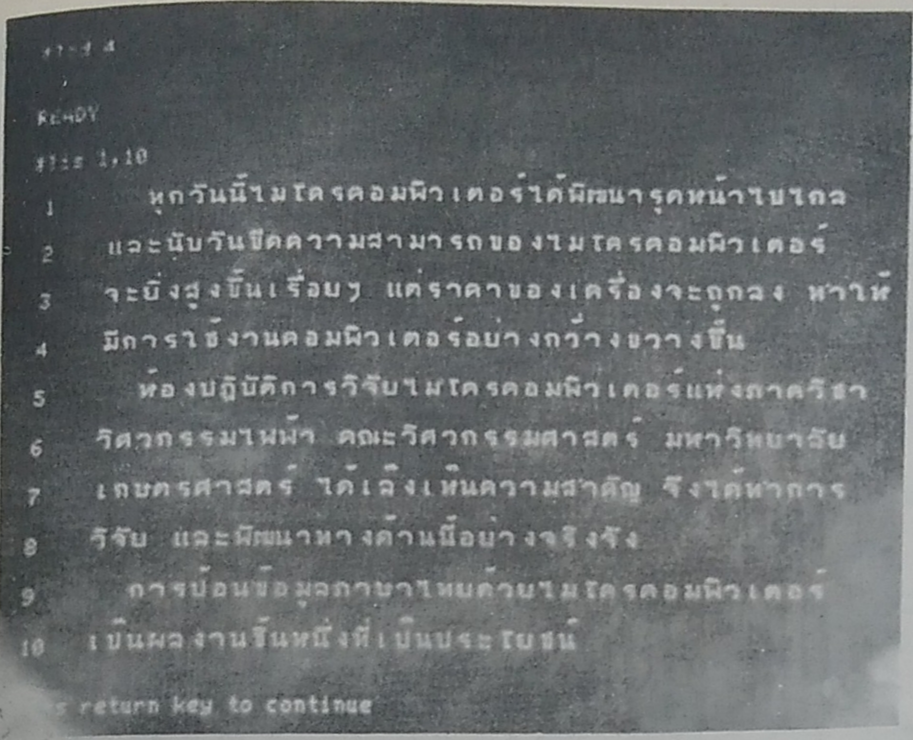
ข้อมูลภาษาไทยจำเป็นเพียงไร

หากท่านรับบิลจากองค์การโทรศัพท์หรือหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ส่งบิลมาเก็บเงินจากท่าน และในบิลนั้นเขียนชื่อที่อยู่ของท่านเป็นภาษาอังกฤษ กับอีกแห่งหนึ่งเขียนเป็นภาษาไทยหมด ท่านจะรู้สึกอย่างไร ท่านคงจะเคยเห็นว่า มีบางคนมาสะกดตัวอักษรภาษาอังกฤษให้ท่านโดยที่ท่านไม่ต้องการให้สะกดเช่นนั้น ท่านจะรู้สึกอย่างไร

การใช้เครื่องพิมพ์ดีดในปัจจุบันก็เช่นกัน เครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้าดีหน่อยราคาก็หลายหมื่นบาท ซึ่งราคาพอ ๆ กันกับเครื่องคอมพิวเตอร์เลยก็ว่าได้ ถ้าท่านพิมพ์ดีดภาษาไทยเข้าเก็บไว้ในเครื่องได้ก่อน ท่านจะแก้ไขข้อความหรือพิมพ์ซ้ำอย่างไรก็ทำได้โดยไม่ยาก การใช้งานของไมโครคอมพิวเตอร์ในงานพิมพ์เอกสารก็จะมีประสิทธิภาพขึ้นอีกมาก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่นี้ก็จะคุ้มค่าอย่างแทบไม่น่าเชื่อ

ภาษาไทยมีปัญหา ?

ถ้ามองดูในแง่หลักการอย่างพื้นฐานจะเห็นว่าภาษาไทยเป็นภาษาที่มีอุปสรรคต่อการใช้งานด้วย ไมโครคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ภาษาไทยเป็นภาษาที่เขียนในหลายระดับซึ่งมีถึง 4 ระดับ คือ วรรณยุกต์ สระบน พยัญชนะ และสระล่าง นอกจากนี้ภาษาไทยยังยากต่อการแบ่งแยกคำออกจากกันเมื่อเทียบกับภาษาอังกฤษ ถ้าหากมีใครเอาประโยคภาษาไทยที่เขียนติดกันมาให้เราดู เราจะพบข้อยุ่งยากทันทีเกี่ยวกับการหาวิธีการมาแบ่งแยกคำออกจากกัน เราลองดูคำว่า *ตากลม* การแบ่งแยกคำจะสร้างความหมายที่แตกต่างกันด้วย ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์จะทราบได้อย่างไร



รูปที่ 1 แสดงตัวอักษรภาษาไทยบนจอภาพ

รับรู้ภาษาไทย เป็นไปได้

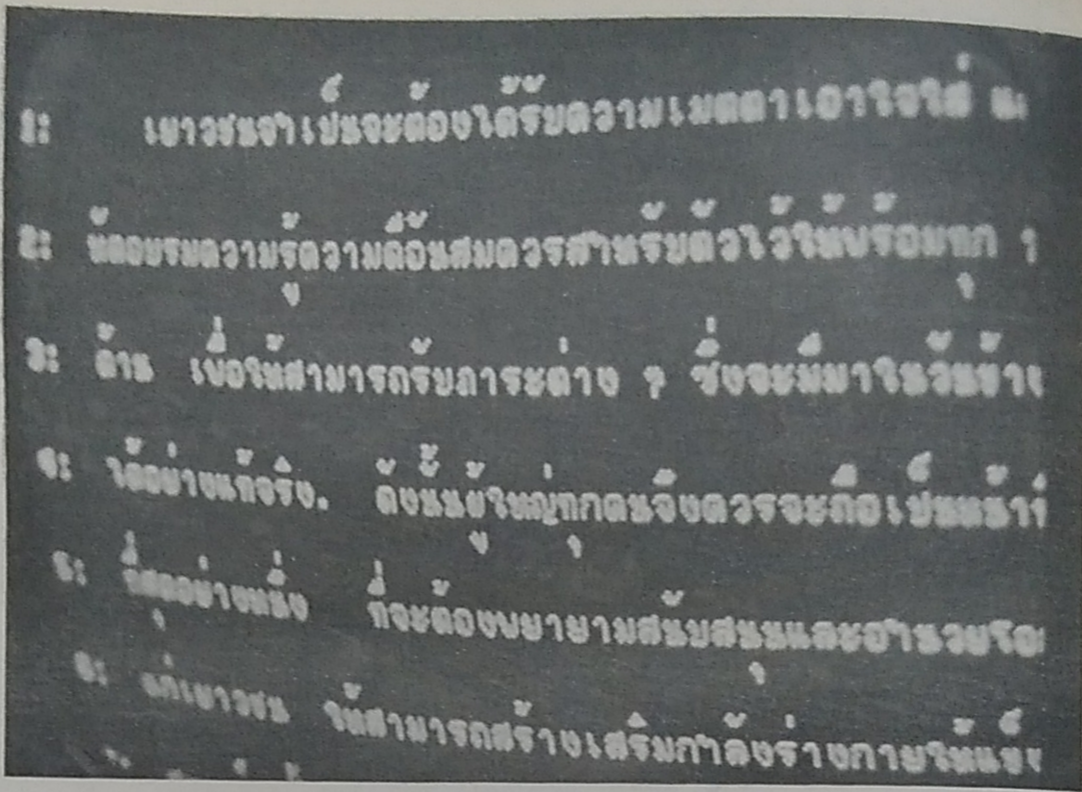
ตามความเป็นจริงแล้ว การป้อนข้อมูลเข้าอินพุทด้วยอักษรภาษาไทย และการพิมพ์ผลลัพธ์ออกมานั้นเป็นเรื่องไม่ยากเย็นอะไรนัก บริษัทขายคอมพิวเตอร์หลายบริษัทก็ดัดแปลงได้ ทั้งนี้เพราะการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงอาจทำได้ไม่ยากเย็นนัก เช่น แก้ที่สร้างตัวอักษรหรือการกำหนดตัวอักษรด้วยจุดในโหมดการเขียนภาพ (graphic) แต่อย่างไรก็ตามความสำคัญของการให้ประมวลผลด้วยภาษาไทยมิได้จบอยู่ที่เพียงทำให้การแสดงตัวอักษรเกิดขึ้นบนจอหรือพิมพ์ได้เท่านั้น รายละเอียดยังมีสิ่งที่ต้องกระทำอีกมาก สำหรับผู้ที่เคยใช้เวิร์ดโปรเซสซิ่งภาษาอังกฤษมาแล้วคงจะบอกได้ว่าขีดความสามารถของเวิร์ดโปรเซสซิ่งนั้นมีมากเพียงไร

ภาษาไทยที่ไม่ยอมเป็นมาตรฐาน

ในภาษาอังกฤษรหัสที่ถือว่าเป็นมาตรฐานคือ รหัส ASCII การที่มีรหัสมาตรฐานทำให้การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์พลอยเป็นมาตรฐานและรับรู้ข้อมูลและโปรแกรมระหว่างกันและกันโดยง่าย แต่สำหรับภาษาไทยแล้วไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐานเลย ดังนั้นผู้ที่คิดจะทำเกี่ยวกับภาษาไทยจึงมักจะบัญญัติกันเอง บางบริษัทได้ทำโดยลักษณะให้ง่ายต่อการประมวลผลเช่นกัน ถ้าตัวอักษรใดตรงกับคีย์ใดก็ให้มีค่าตรงกับรหัส ASCII ตัวนั้นเพียงแต่ใส่บิทที่ 8 = 1 เท่านั้น ด้วยวิธีนี้จะทำให้ยุ่งยากในภายหลังเกี่ยวกับการจัดเรียงอักษรแบบพจนานุกรม การสร้างรหัสที่ไม่เป็นมาตรฐานนี้จะยุ่งยากต่อไปอีกมากในอนาคต ทั้งนี้เพราะโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาษาไทยทั้งหลายที่เกิดขึ้นมาในอนาคตจะไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ การทำงานจึงเป็นการทำซ้ำซ้อนกันมาก และหากในอนาคตองค์การหน่วยงานของรัฐที่จะมีมาเกี่ยวข้องกับ TELETEXT, TELEX หรือ VIDEO TEXT จะมีปัญหาในการส่งข้อมูลภาษาไทยอย่างยิ่ง แต่อย่างไรก็ตามในขณะนี้ได้มีหน่วยงานของรัฐองค์การหนึ่งคือ องค์การโทรศัพท์ฯ ได้กำหนดรหัสตัวอักษรภาษาไทยขึ้นมาแล้ว ซึ่งก็พอเป็นแนวทางที่จะใช้เป็นมาตรฐานต่อไปได้

ใช้ภาษาอะไรดี

ดูผิวเผินแล้วจะเห็นว่าการป้อนข้อมูลภาษาไทยเป็นเรื่องไม่ยากเย็น แต่สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องด้วยแล้วจะเห็นว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีหลายประการ เช่น ความเร็วในการโปรเซสข้อมูล หากใช้หลักการทางการเขียนภาพมาสร้าง



รูปที่ 2 ตัวอย่างการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยป้อนข้อมูล การแก้ไขทำได้ง่ายขึ้นมาก

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11 พฤศจิกายน 2525

เรียน ผู้จัดการ บริษัท

ด้วยทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความต้องการที่จะซื้อ มินิคอมพิวเตอร์ที่บริษัทของท่านเป็นตัวแทนจำหน่ายอยู่ จึงติดต่อมาเพื่อให้ทางบริษัทได้จัดพนักงานพร้อมรายละเอียดมาติดต่อกับทางคณะวิศวฯด้วย

หวังในความร่วมมือด้วยดีจากท่านเช่นเคย

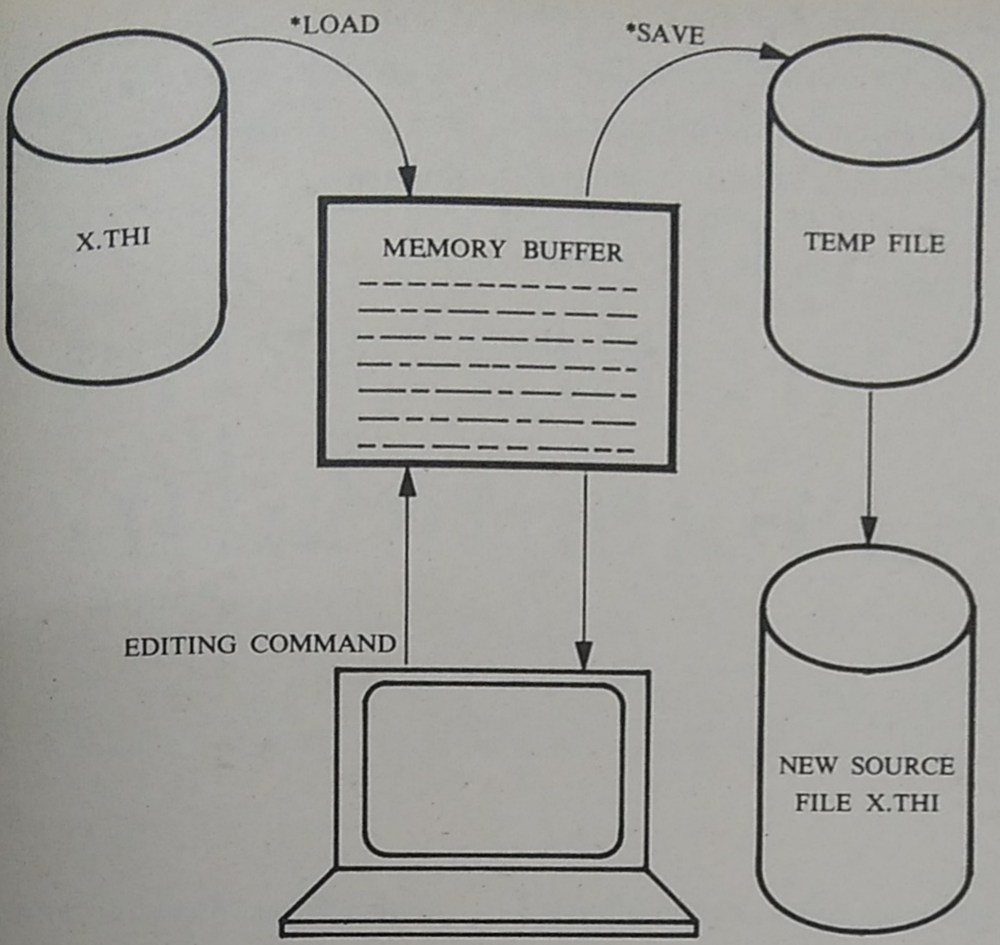
ขอแสดงความนับถือ

....

หัวหน้าศูนย์คอมพิวเตอร์

รูปที่ 3 ตัวอย่างที่พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ดอทเมตริกซ์

ตัวอักษรภาษาไทย การสร้างตัวอักษรก็จะช้าเกินไป หากใช้ภาษาชั้นสูงที่ผ่านการ interpret เช่น ภาษาเบสิค การประมวลผลบางครั้งก็ช้าจนใช้การไม่ได้ ทำให้ผู้ใช้รู้สึกรำคาญ สำหรับนักคอมพิวเตอร์แล้วยอมรับว่าการใช้ภาษาแอสเซมบลี้เป็นภาษาที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ได้ แต่ภาษาแอสเซมบลี้ก็ยากและยุ่งยากต่อการเขียนโปรแกรม แต่อย่างไรก็ตาม หากใช้หลักวิธีการผสมระหว่างภาษาแอสเซมบลี้กับภาษาชั้นสูงก็จะทำให้การประมวลผลได้



รูปที่ 4 โครงสร้างของการป้อนข้อมูลภาษาไทย

เร็วขึ้น หรือเขียนภาษาแอสเซมบลี้ ภายใต้สภาวะแวดล้อมของโปรแกรมการจัดการก็จะทำให้การเขียนได้สั้นและง่ายขึ้น

โครงสร้างของโปรแกรม

หากพิจารณาภาษาไทยเสมือนกับตำราหรือหนังสือภาษาไทย การป้อนข้อมูลก็คือการพิมพ์ การพิมพ์ที่ดีจะมีการเก็บข้อมูลเข้าที่เก็บในรูปไฟล์ (file) การแก้ไขทำได้ง่ายมากด้วยคำสั่ง การแก้ไขอาจทำการแก้ลบ เพิ่มข้อความได้โดยตรงโดยการเลื่อนตำแหน่งเคอร์เซอร์ไป เมื่อแก้ไขแล้วก็ส่งมาพิมพ์ได้โดยตรง โครงสร้างหนึ่งที่ทางห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์แห่งภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทำคือ โครงสร้างการแบ่ง text เป็นบรรทัดและเก็บไว้ในรูปไฟล์ดังรูปที่ 4

โดยจุดมุ่งหมายหลักของการป้อนข้อมูลคือ ต้องป้อนข้อมูลได้ง่าย รวดเร็ว แก้ไขได้ทันที ง่ายต่อการใช้นักพิมพ์ดีดทั่วไปต้องใช้ได้ การพิมพ์ใน text ทุกครั้งต้องขึ้นตามอักขระวิธี เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการประมวลผลด้วยโปรแกรมภาษาชั้นสูงเช่น เบสิค ฟอร์แทรน โคบอล ได้ในรูปของข้อมูลทันที

ประโยชน์และความสำคัญ

การประมวลผลทางภาษาไทยจะเป็นเอกลักษณ์ของความก้าวหน้าทางไมโครคอมพิวเตอร์ในเมืองไทยได้ ขีดความสามารถของการใช้การประมวลผลหรือการป้อนข้อมูลจะทำให้การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

การป้อนข้อมูลหนังสือภาษาไทยจะเป็นทางให้คอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผลข้อมูลได้มากขึ้น นักกฎหมายอาจใช้คอมพิวเตอร์ในการค้นหาตัวบทกฎหมาย นักประวัติศาสตร์อาจใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์หลักฐานทางประวัติศาสตร์ นักสังคมสงเคราะห์ อาจใช้คอมพิวเตอร์เก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติ นักภาษาศาสตร์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์หลักการทางภาษาและหากความเจริญ

ของนักคอมพิวเตอร์ในเมืองไทยเจริญถึงขีดสุด เราอาจจะมีโปรแกรมทำการแปลตำราภาษาต่างประเทศเป็นภาษาไทยได้โดยตรง สิ่งเหล่านี้น่าจะมีทางเป็นไปได้ และเราก็หวังว่าความหวังนั้นคงจะเป็นไปได้ ด้วยการอาศัยความร่วมมือช่วยกันคิดค้นต่อของชาวไทยด้วยกันเอง และแน่นอนว่าไม่มีชาวต่างชาติ ๆ ใด จะรู้ภาษาไทยหรือเข้าใจได้ลึกซึ้งเท่ากับคนไทยเราเอง หรือ**เราจะรอให้คนต่างชาติทำมาขายเรา?**

CP/M โปรแกรมการจัดระบบงานสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์

วิวัฒนาการทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์เป็นวิวัฒนาการที่ยังไม่ยาวนานนัก ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวแรกได้ออกสู่สายตามนุษย์ในปี พ.ศ. 2514 ซึ่งเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ 8080 ก็ปรากฏแก่สายตาชาวโลกและยังความตื่นเต้นให้กับบุคคลในวงจรอิเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ.2519 ก็มีไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 เกิดขึ้น

ในปี พ.ศ. 2524 บริษัทอินเทลซึ่งเป็นบริษัทแรกในการสร้างไมโครโปรเซสเซอร์ก็ประกาศความสำเร็จและกล่าวว่า "เรากำลังเปิดประตูไมโครโปรเซสเซอร์ยุคใหม่ด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ 32 บิท iAPX432" ว่ากันว่าไมโครโปรเซสเซอร์ iAPX มีโครงสร้างที่สลับซับซ้อนและเทียบได้กับซีพียูของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ทีเดียว โครงสร้างภายในประกอบด้วยซีพียูย่อยควบคุมการทำงานภายในถึง 4 ซีพียู

นอกเหนือจากวิวัฒนาการความสำเร็จทางด้านฮาร์ดแวร์ที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ และไอซีสนับสนุนต่าง ๆ มากมายเช่นหน่วยความจำ อุปกรณ์เพอริเฟอรัลจนไมโครคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งเหลือเพียงไอซีไม่กี่ตัวความสำเร็จทางซอฟต์แวร์ก็เป็นเรื่องที่มีวิวัฒนาการน่าสนใจเช่นกัน

โดยปกติการประสบผลสำเร็จทางด้านการขายไมโครคอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ก็ดีอยู่ที่จำนวนผู้ใช้เป็นหลัก ดังนั้นหลังจากที่วิศวกรอิเลคทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ตื่นเต้นต่อความสำเร็จทางฮาร์ดแวร์ก็ได้มีการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์มาใช้อย่างกว้างขวางและก็เท่ากับว่าซอฟต์แวร์ได้รับการพัฒนาขึ้นและโดยปกติการวัดความสำเร็จของการขายไมโครฯ ก็คือการวัดกันทางซอฟต์แวร์นั่นเอง หากไมโครฯ ตัวใดมีซอฟต์แวร์ให้เลือกใช้ได้มากมีซอฟต์แวร์ที่มีขีดความสามารถสูงจำนวนผู้เลือกใช้ก็มีมากทำให้ไมโครฯ ระบบนั้นพลอยขายดีไปด้วย

ประวัติความเป็นมาของ CP/M

CP/M เป็นชื่อโปรแกรมการจัดระบบทำงานหรือที่เรียกว่าโอเอส (OS Opeating System) CP/M ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยนายแกรี่คิลดอล (Gary Kildall) ในขณะที่ทำงานอยู่บริษัทอินเทล แต่ตัว CP/M ได้ปรากฏออกมาใช้และขายในตลาดซอฟต์แวร์ในปี พ.ศ. 2518 โดยบริษัทดิจิตอล รีเสิร์จ โดยพัฒนาขึ้นมาใช้กับระบบไมโครของบริษัทอิมไซน์ (Imsai) ในตอนแรกที่ใช้ระบบบัสเป็น S100 และในตอนที่ประกาศขายออกมานั้น CP/M มีเพียง CP/M Version 1.3 แต่ปัจจุบัน CP/M ที่ขายจะเป็นระบบ CP/M2.2

CP/M เป็นตัวย่อมาจาก Control Program and Monitor และเป็นโปรแกรมควบคุมการจัดระบบการทำงานที่เก็บโปรแกรมนี้ไว้ในดิสเก็ตต์ CP/M จึงเป็น DOS ตัวหนึ่งนั่นเอง

ความสำคัญและทำไมต้องมี OS

ตัวโปรแกรม OS เองก็คือโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะควบคุมระบบได้เพียงใด ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่เป็นเครื่องที่มีผู้ใช้ได้เพียงผู้เดียวและใช้ในลักษณะกึ่งบุคคล คือขณะที่ผู้หนึ่งใช้แล้วก็ไม่สามารถแบ่งเวลาโดยตรงไปใช้อย่างอื่นในขณะนี้

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน

ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมโดย OS ในปัจจุบันจะมีโครงสร้างของระบบเป็นดังรูปที่ 1

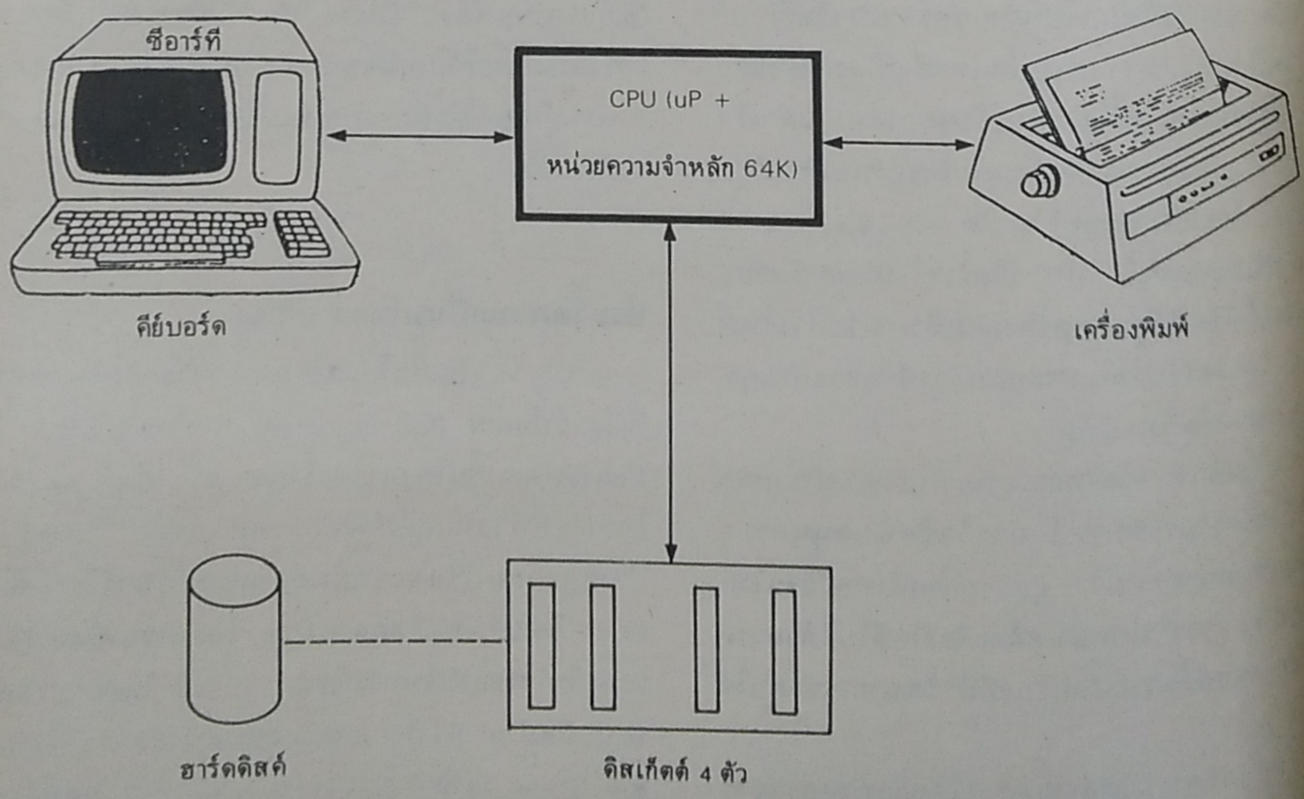
ระบบในปัจจุบันของไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยซีพียูที่เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ รวมกับหน่วยความจำที่มีขนาดไม่เกิน 64K ไบท์ มีคอนโซลคีย์บอร์ดกับซีอาร์ทีที่จะแสดงผลลัพธ์ มีเครื่องพิมพ์ แต่อย่างไรก็ตามขีดความสามารถทางอินพุทเอาท์พุทยังอาจมีอินพุทเพิ่มได้อีก 1 แชนแนลเป็นแชนแนลสำหรับ Reader นอกจากนี้ยังต่อกับดิสเก็ตต์ได้ 4 ตัว แต่อย่างไรก็ดีอาจแทนดิสเก็ตต์นี้ด้วยฮาร์ดดิสค์ได้

ระบบ OS ทั่วไปมักจะเป็นดังกล่าวนี้ ทั้งนี้เพราะขีดความสามารถของซอฟต์แวร์ OS นั่นเอง

แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการเขียนซอฟต์แวร์เพิ่มเติมเข้าใน OS หรือใช้ร่วมกับ OS เพื่อให้ทำงานได้มากขึ้นเช่นระบบการจัดสรรหน่วยความจำ ระบบการจัดโครงการสร้างข้อมูลในดิสค์ระบบการจัดคิวการทำงานที่มีประสิทธิภาพขึ้น

CP/M มีลักษณะระบบเป็นอย่างไร

CP/M มีโครงสร้างโปรแกรมที่มีความยาวประมาณ 10 K ไบท์กว่า ๆ นิดหน่อยเท่านั้น CP/M เป็นโปรแกรมที่ขายดีมากตัวหนึ่งในบรรดา OS ทั่วไป CP/M เขียนด้วยภาษาของ 8080 ไมโครโปรเซสเซอร์ดังนั้น CP/M จึงเป็น OS ที่ใช้ได้กับเครื่องไมโครฯที่ใช้ซีพียูเป็น 8080, Z80 หรือ 8085 จะเห็นว่าในเครื่องไมโครฯ บางเครื่องใช้ CPU อื่นเช่น APPLE II ใช้ CPU 6502 แต่เมื่อต้องการใช้ CP/M ต้องเปลี่ยนการ์ดภายในคือ Z80 การ์ดเพื่อให้ใช้กับระบบ OS CP/M ได้



รูปที่ 1 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน

ขีดความสามารถของ CP/M มีเพียงไร

ใน OS ทุกตัวจะต้องมีขีดจำกัดการควบคุมการทำงานของระบบใน CP/M ก็เช่นเดียวกัน CP/M เป็นระบบที่ควบคุมได้ในขีดจำกัดเช่นกัน CP/M สามารถควบคุมอุปกรณ์เพอริเฟอรัลได้ คือ คอนโซลอินพุทเอาท์พุท ก็คือ ซีอาร์ทีกับคีย์บอร์ดนั่นเอง ควบคุมเครื่องพิมพ์ (list device) ควบคุม Reader device และควบคุม Punch Device ได้ ควบคุมดิสเก็ตต์ได้ 4 ตัว และอาจเปลี่ยนตัวใดตัวหนึ่งในดิสเก็ตต์ให้เป็นฮาร์ดดิสค์ได้

โครงสร้างโปรแกรมของ CP/M ประกอบด้วย BIOS-Basic I-O System เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมอินพุท-เอาท์พุททุกตัวที่มันสามารถควบคุมได้ BIOS จะเป็นโปรแกรมเริ่มต้นเซทระบบให้ทำงานควบคุมคอนโซล ควบคุมเครื่องพิมพ์ ควบคุมดิสเก็ตต์ทั้ง 4 ตัว ส่วนของ BIOS จึงเป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับระบบทางฮาร์ดแวร์พอสมควรระบบ BIOS สร้างให้ง่ายต่อการเรียกใช้

CCP-Console Command Processor เป็นโปรแกรมที่มีไว้สำหรับดีเทคคำสั่งที่ส่งเข้ามาทางคอนโซลกล่าวคือภายใน CP/M นี้สามารถรับรู้คำสั่งได้โดยตรงส่วนหนึ่งที่เรียกว่า build in command คำสั่งเหล่านี้จะเป็นคำสั่งที่ผู้ใช้สั่งงานได้ขั้นพื้นฐาน

BDOS-Basic Disk Operating System โปรแกรมส่วนนี้เป็นโปรแกรมควบคุมการจัดระบบข้อมูลในดิสเก็ตต์นั่นเอง เป็นการจัดโครงสร้างของดิสเก็ตต์ จัดระบบไฟล์ โดยมีการนำเข้าหรือเอาออกจากไฟล์โครงสร้างของไฟล์ขั้นพื้นฐานจะเป็นแบบ sequential กับแบบ Random แต่ต้องใช้เทคนิคหรือการเขียนโปรแกรมเพิ่มให้เป็น index file

TPA-Transient Program Area ส่วนนี้เป็นส่วนที่มีไว้ หรือจัดเผื่อที่ไว้สำหรับให้ผู้ใช้ได้เขียนโปรแกรมลง TPA จึงเป็นส่วนที่มีพื้นที่ในหน่วยความจำสูงสุด สามารถเรียกโปรแกรมหรือข้อมูลจากดิสเก็ตต์ลงมาในส่วนนี้ได้

เมื่อมี CP/M แล้วจำเป็นจะต้องมี Application software

สิ่งที่ทำให้ CP/M ประสบผลสำเร็จคือ application software หรือโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อทำงานร่วมกับ CP/M ซึ่งมากมายและใช้ได้กว้างขวาง ซอฟต์แวร์เหล่านี้ได้แก่

Language processor ได้แก่ตัวแปลภาษา (interpreter) หรือตัวคอมพลายเลอร์ (compiler) ในปัจจุบันมีภาษาที่ใช้ร่วมกับ CP/M มากมายเช่น MBASIC, CBASIC, ASSEMBLY, PASCAL, COBOL, FORTH, FORTRAN, LISP, PL/M ฯลฯ ด้วยเหตุนี้เราจะเห็นได้ว่าผู้เลือกใช้ CP/M สามารถเลือกภาษาคอมพิวเตอร์มาใช้ได้มากมาย

Program Package หรือโปรแกรมสำเร็จรูปเป็นโปรแกรมที่มีไว้ใช้งานเฉพาะอย่างเช่น word processing, โปรแกรมควบคุม, โปรแกรมใช้งานธุรกิจ เช่น PLAN80, TARGET PLANER ฯลฯ โปรแกรมใช้งานทางคณิตศาสตร์พิเศษ SUPER CAL

Developing Software เป็นโปรแกรมที่ช่วยมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมเช่น โปรแกรม cross assembly, disassembly, emulation, debugging tool ฯลฯ

Utility Program เป็นโปรแกรมประกอบที่ทำให้ระบบมีขีดความสามารถสูงขึ้นปัจจุบันมี Utility program มากมาย เช่น โปรแกรมการจัดคิวการทำงานโปรแกรมจัดระบบไฟล์ ฯลฯ

จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงข้อแนะนำเกี่ยวกับระบบ CP/M เท่านั้นในรายละเอียดมีเรื่องที่น่าสนใจที่ควรแก่การเรียนรู้อีกมากโดยเป็นตัวอย่างการศึกษาทาง OS ได้เป็นอย่างดี และถ้าหากเราสามารถพัฒนาโปรแกรมใหม่ ๆ ขึ้นใช้กับ OS ได้แล้วจะทำให้ขีดความสามารถของเครื่องไมโครฯสูงขึ้นเรื่อย ๆ และด้วยเหตุนี้ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์จึงเริ่มโครงการพัฒนา Thai word Processing สำหรับระบบ CP/M ขึ้นโดยเป็นโครงการวิจัยต่อเนื่องเพื่อนำเอาไมโครฯ มาใช้ประโยชน์ให้ดียิ่งขึ้นในเมืองไทย

ภาษาคอมพิวเตอร์ และ ระดับภาษา

บทนำ

ดิจิตอลคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออิเลคทรอนิคส์ที่สามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยากแทนมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตาม การทำงานของคอมพิวเตอร์ก็จะต้องเป็นไปตามโปรแกรมหรือคำสั่งที่มนุษย์เป็นผู้กำหนด คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันได้เจริญก้าวหน้าด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย วงจรอิเลคทรอนิคส์ที่ประกอบเป็นตัวคอมพิวเตอร์ก็ยังมีขอบเขตการรับรู้คำสั่ง

กลุ่มคำสั่งที่คอมพิวเตอร์รับรู้ขั้นพื้นฐานที่เรียกรวม ๆ ว่า *ภาษาเครื่อง* (machine language) มักจะมีคำสั่งพื้นฐานมากมาย ซึ่งไม่เท่ากัน สำหรับแต่ละเครื่อง แต่อย่างไรก็ตาม คำสั่งพื้นฐานที่เป็นภาษาเครื่องนั้นมักจะเกี่ยวข้องกับการทำงานในระบบเลขไบนารี่ เช่น บวกเลข (ไบนารี่) สองจำนวน ตรวจสอบตัวเลขว่ามีค่าเป็น o เคลื่อนย้ายข้อมูลจากที่เก็บแห่งหนึ่งไปอีกแห่งหนึ่ง ฯลฯ การออกแบบคอมพิวเตอร์ในขั้นระบบวงจรนั้น ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดว่าคำสั่งที่ต้องการใช้นั้นมีอะไรบ้าง ถ้าพิจารณาจากตัวอย่างเครื่องทั่วไปเราจะเห็นว่าผู้ออกแบบมักจะกำหนดคำสั่งเบื้องต้นที่ไม่ยุ่งยากนัก เพื่อให้การสร้างวงจรเป็นไปได้ และราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์จะได้มีราคาถูกเพื่อแข่งขันด้านการขายในตลาด และด้วยเหตุนี้เอง เราจะเห็นว่าภาษาเครื่องที่เป็นรหัสไบนารี่จึงยุ่งยากต่อการใช้งานและไม่เหมาะสมต่อผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านวงจรอิเลคทรอนิคส์

ระบบภาษาคอมพิวเตอร์

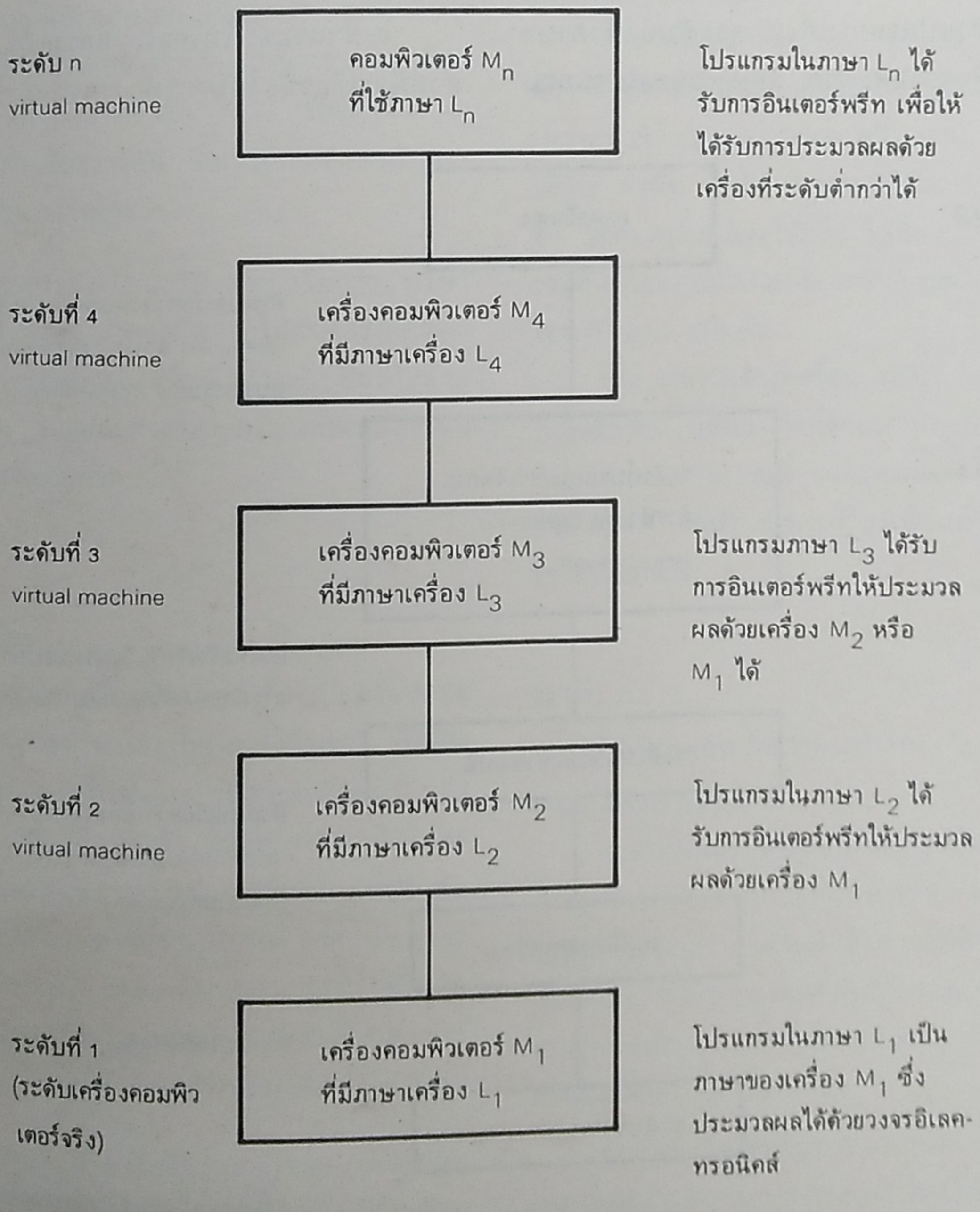
ในการแก้ไขเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์เหมาะสมกับการใช้งาน คือ สามารถสั่งการทำงานได้ด้วยภาษาง่าย ๆ ทำได้สองวิธี คือ วิธีแรกทำการออกแบบคอมพิวเตอร์ด้วยโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ให้ทำงานได้ตามต้องการในการรับรู้คำสั่งทั้งหมด เพื่อให้สั่งงานได้ง่าย ซึ่งก็เป็นที่แน่นอนว่า การออกแบบจะต้องยุ่งยากมาก และยังทำให้ต้นทุนของเครื่องมีราคาแพงมากนั่นเอง ส่วนวิธีที่สองเป็นวิธีที่นิยมทำกันมาก และเป็นวิธีที่มีข้อดีกว่าวิธีแรกมาก คือ การสร้างภาษาใหม่ที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้ภาษาใหม่ที่เกิดขึ้นจะอาศัยภาษาเครื่องเป็นหลัก

เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับหลักการของการสร้างภาษาใหม่ สมมติว่า เมื่อผู้ออกแบบสร้างคอมพิวเตอร์ก็จะกำหนดคำสั่งเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งมักจะเป็นตัวเลขไบนารี่ที่ยากแก่การเข้าใจ เราสมมติว่าภาษาเครื่องมีชื่อเรียกว่า L_1 ครั้นเมื่อเราทำการออกแบบภาษาใหม่เป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่ายขึ้นและง่ายต่อการใช้ สมมติมีชื่อเรียกว่า L_2 ภาษา L_2 นี้เป็นภาษาที่เขียนขึ้นโดยเอาคำสั่งภาษา L_1 มาเป็นฐานในการเขียน

เทคนิคในการทำโปรแกรม L_2 ให้เป็นคำสั่งโดยการเขียนโปรแกรม L_1 เรากระทำได้หลายเทคนิค เทคนิคประการแรก คือ คำสั่งในโปรแกรม L_2 1 คำสั่ง อาจจะเป็นกลุ่มหรือโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา L_1 ดังนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องถอดหรือแปลภาษา L_2 ให้เป็นโปรแกรมที่ประกอบด้วยคำสั่งในภาษา L_1 เท่านั้น เทคนิคที่กล่าวถึงนี้เรียกว่า *การแปล* (translation)

เทคนิคอีกประการหนึ่ง คือ การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา L_1 แล้วให้ส่วนของโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา L_2 เป็นข้อมูล (data) โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา L_1 เป็นโปรแกรมที่ใช้เรียกโปรแกรมที่เขียนในภาษา L_2 มาดูทีละคำสั่ง เมื่อคอมพิวเตอร์นำคำสั่งภาษา L_2 ที่เป็นข้อมูล (data) มาดูแล้วทำการตีความหมายคำสั่งในภาษา L_1 ที่เทียบเท่าแล้วกระทำตามคำสั่งภาษา L_1 เทคนิควิธีการนี้เรียกว่า *อินเตอร์พรีเตชั่น* (interpretation) ส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่แปลข้อมูลส่วนนี้เรียกว่า *อินเตอร์พรีทเตอร์* (interpreter)

ครั้นเรามองคอมพิวเตอร์จากที่กล่าวมาแล้วโดยสมมติว่า คอมพิวเตอร์ที่สามารถรับรู้คำสั่งภาษา L_2 ได้ แต่เพียงภาษาเดียว จนคิดว่าภาษา L_2 เป็นภาษาที่ได้จากการสร้างวงจรทางฮาร์ดแวร์ ลักษณะของคอมพิวเตอร์ที่เราสมมติว่า ทำงานได้ตามภาษา L_2 นี้เราเรียกว่า virtual machine (เวอร์ชวลแมชชีน)



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของ multilevel machine

จากที่กล่าวมาแล้ว ถ้าหากว่าเราสามารถสร้างวงจรคอมพิวเตอร์ที่สามารถรับรู้คำสั่งด้วยภาษา L_2 โดยตรง และราคาของเครื่องที่สร้างขึ้นมีราคาถูกกว่าเครื่องที่สร้างโดยให้ทำงานตามภาษา L_1 ก็ไม่จำเป็นต้องมีภาษา L_1 เพราะความสำคัญของเครื่องน้อยกว่า

ในทางปฏิบัติและใช้งานกันจริง ๆ แล้ว เครื่องที่สร้างขึ้นเพื่อให้กระทำตามภาษา L_1 รวมกับค่าออกแบบและพัฒนาระบบการแปลโปรแกรมเป็นภาษา L_2 จะมีค่าถูกกว่าเครื่องที่ได้รับการออกแบบมาให้ทำตามคำสั่ง L_2 โดยตรง

ในทำนองเดียวกันเราสามารถสร้างเครื่องคอมพิวเตอร์ให้รับรู้คำสั่งในลักษณะของโปรแกรมที่แตกต่างกัน แต่ต้องมีตัวแปลจนกระทั่งเข้าสู่ระดับคำสั่งภาษาเครื่อง และเพื่อความสะดวก ลักษณะของโปรแกรมภาษาที่ใช้จะมีตัวแปลกันเป็นระดับ ๆ ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1

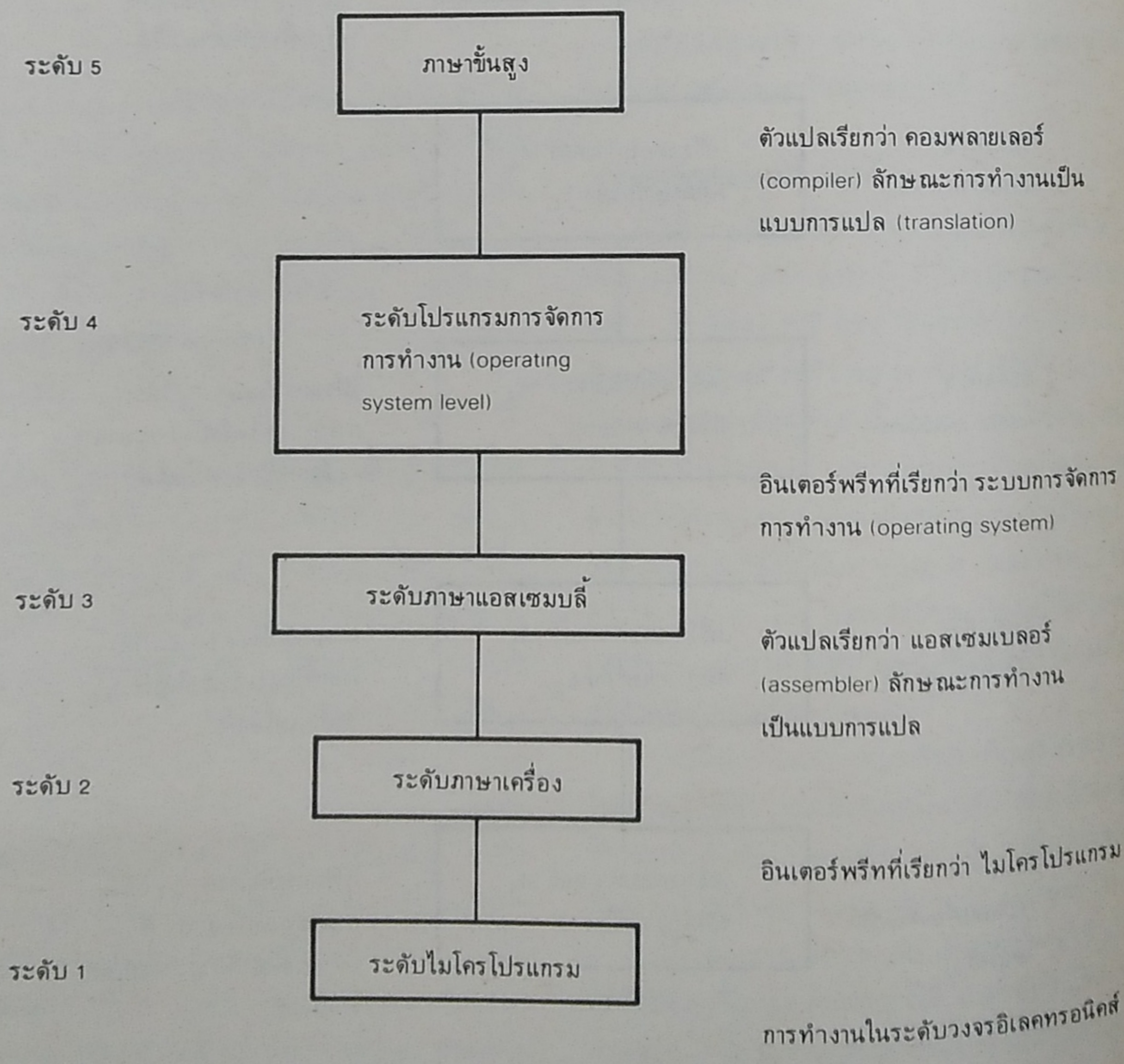
ลักษณะของระดับภาษาที่ใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน

ในเครื่องคอมพิวเตอร์สมัยใหม่ ระดับภาษาที่ใช้มักมีไม่น้อยกว่าสองระดับ แต่ในคอมพิวเตอร์ทั่วไปมักจะมีระดับโปรแกรม 5 ขั้น ในแต่ละระดับแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2

ระดับ 1

ระดับไมโครโปรแกรม

ในส่วนระดับไมโครโปรแกรมเป็นส่วนที่ต่ำที่สุด ส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการทำงานทางฮาร์ดแวร์โดยตรง



รูปที่ 2 เครื่องคอมพิวปัจจุบันมีระดับภาษา 5 ระดับ

ลักษณะการออกแบบเครื่องคอมพิวเตอร์จะอาศัยส่วนนี้ในการออกแบบ การทำตามโปรแกรมในส่วนนี้จะเกิดขึ้นในส่วนของหน่วยควบคุม (control unit) ภายในซีพียู ดังตัวอย่างเช่น เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์รับคำสั่งเข้ามาตรวจสอบเพื่อกระทำตาม สมมติคำสั่งที่รับเข้ามาเป็นรหัสในรูปเลขไบนารี่ เช่น 001000111011 มีความหมายให้บวกข้อมูลในส่วนของหน่วยความจำตำแหน่งที่ 73_8 กับข้อมูลที่มีอยู่ในแอคคิวมูเลเตอร์รีจิสเตอร์ ในส่วนของไมโครโปรแกรมซีพียู จะจัดลำดับการทำงานเช่น 1. ให้ข้อมูลจากหน่วยความจำเคลื่อนมาในหน่วยคำนวณ (ALU) 2. ข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์ เคลื่อนเข้าสู่หน่วยคำนวณ (ALU) 3. กระทำการบวกกัน 4. นำผลบวกที่ได้ไปเก็บไว้ที่ส่วนแอคคิวมูเลเตอร์รีจิสเตอร์ จะเห็นได้ว่าในส่วนไมโครโปรแกรมนั้น เราอาจจะให้คำสั่งการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำมา ALU เป็นคำสั่งหนึ่ง ดังนั้น โปรแกรมในระดับนี้ จึงเป็นการจัดลำดับการทำงานของฮาร์ดแวร์โดยตรง

ภาษาที่แทนรหัสไบนารี่ดังกล่าวเรียกว่า ภาษาเครื่อง ในหนึ่งคำสั่งภาษาเครื่องจะได้รับการอินเตอร์พรีทเป็นลำดับการทำงานสี่ขั้นดังตัวอย่างที่กล่าวด้วยไมโครโปรแกรม ในแต่ละลำดับจะเสมือนเป็นหนึ่งคำสั่งในระดับไมโครโปรแกรม

ระดับ 2

ระดับภาษาเครื่อง

ในระดับภาษาเครื่องพื้นการรับรู้คำสั่งเครื่องคอมพิวเตอร์จะรับรู้ด้วยภาษาในรูปของรหัสไบนารี่ ซึ่งโดยปกติก็คือ สัญญาณไฟฟ้านั่นเอง รหัสไบนารี่เหล่านี้ 1 ตัวก็อาจจะแทนคำสั่งได้ 1 คำสั่ง ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะมีคำสั่งที่เป็นภาษาเครื่องอยู่ในขอบเขตจำกัด คำสั่งในภาษาเครื่องนี้อาจแทนได้เช่น 000 แทนการกระทำการ OR 001 แทนการกระทำ ADD เป็นต้น ในกลุ่มของภาษาเครื่อง เราพอแยกแยะคำสั่งที่จำเป็นในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้ดังไดอะแกรม

ในหนึ่งคำสั่งภาษาเครื่องจะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ของคำสั่งไมโครโปรแกรม ดังนั้น ถ้าเปรียบเทียบภาษาในระดับไมโครโปรแกรมเป็นภาษา L_1 ภาษาเครื่องก็จะเป็นภาษา L_2 ตัวแปลภาษาจาก L_2 ให้เป็น L_1 ได้แก่ อินเตอร์พรีทไมโครโปรแกรม ดังตัวอย่างเช่น 000000111011 มีความหมายว่า OR ข้อมูลหน่วยความจำตำแหน่ง 73_8 กับแอคคิวมูเลเตอร์ ส่วนคำสั่ง 001000111011 หมายถึง ADD ข้อมูลหน่วยความจำตำแหน่ง 73_8 กับแอคคิวมูเลเตอร์ เมื่ออินเตอร์พรีทไมโครโปรแกรมของคำสั่ง OR จะประกอบด้วยลำดับการทำงานเหมือน ADD เพียงแต่แตกต่างกันในส่วนการทำบวกกับการทำ OR ในส่วนของหน่วยคำนวณ

ระดับ 3

ระดับภาษาแอสเซมบลี้

ภาษาเครื่อง (machine language) เป็นภาษาที่ต้องใช้รหัสเลขไบนารี่ ดังนั้นจึงไม่เหมาะในการใช้งานเพราะผู้ใช้ไม่สามารถจดจำหรือแยกแยะคำสั่งต่าง ๆ ได้ง่าย ดังนั้น จึงต้องมีการหาวิธีที่จะทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น วิธีทางหนึ่งที่นิยมใช้ก็คือ ได้มีการนำเอาตัวอักษรมารวมกันเพื่อแทนคำสั่งภาษาเครื่อง เช่น ADD แทนรหัสไบนารี่ 001... เป็นต้น

ในการใช้งานตัวเราเขียน ADD ก็ย่อมง่ายกว่าที่จะไปจำตัวเลข แต่อย่างไรก็ตามเราต้องมีตัวแปลภาษาที่เรียกว่า *แอสเซมเบลอร์* (Assembler) เป็นตัวแปลตัวคำสั่งต่าง ๆ ให้เป็นภาษาเครื่องเพื่อเครื่องคอมพิวเตอร์จะได้ทำงานได้

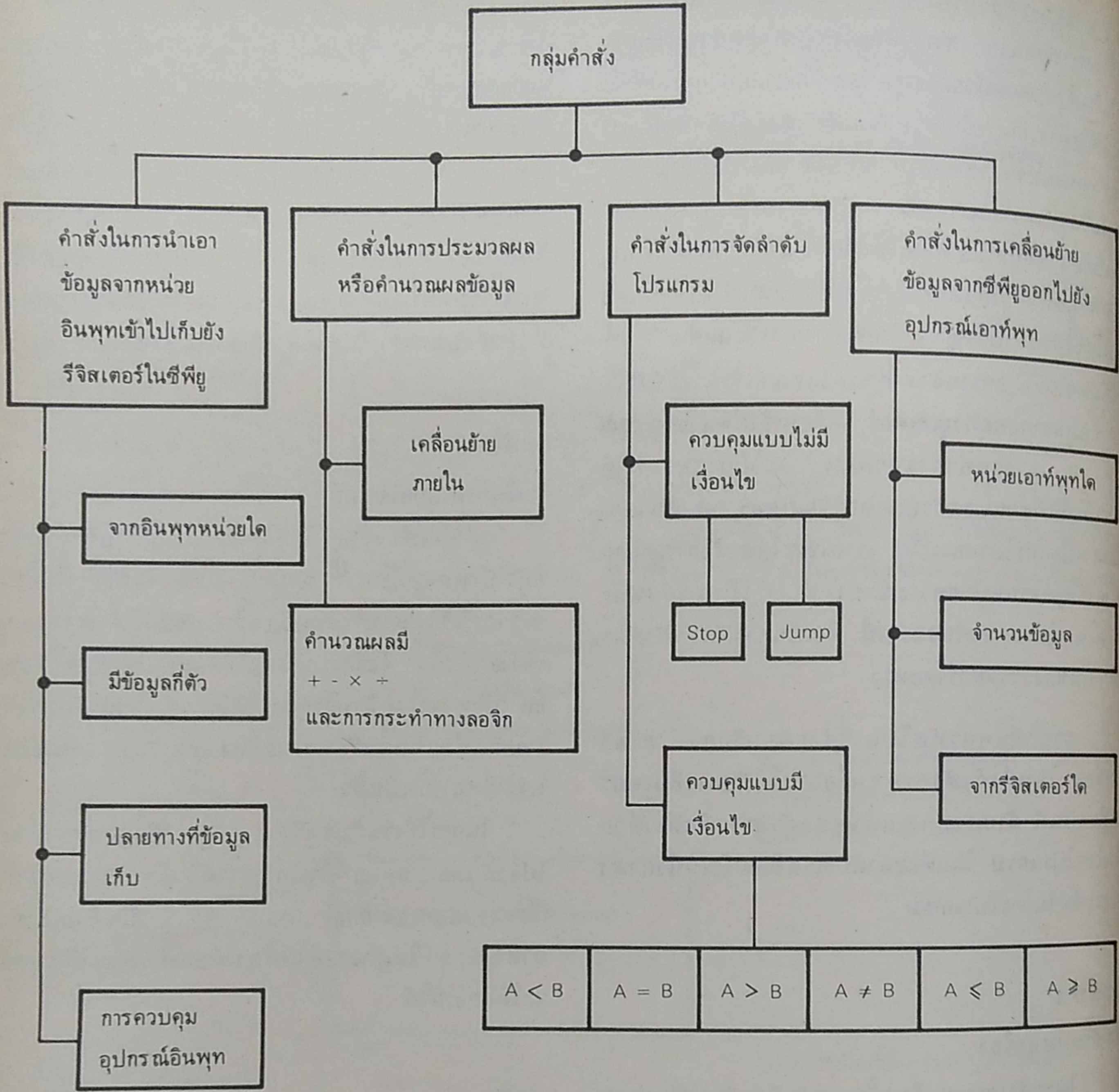
ระดับ 4

ระดับโปรแกรมการจัดการการทำงาน

(operating System Level)

ระดับนี้เป็นระดับลูกผสมที่เรียกว่า hybrid level ทั้งนี้เพราะคำสั่งส่วนใหญ่ในภาษาระดับ 4 นี้อยู่ในระดับ 2 ที่เขียนด้วยระดับ 3 ส่วนคำสั่งส่วนน้อยนั้นจะมีการเพิ่มเติมขึ้นมา ในส่วนของคำสั่งที่อยู่ในระดับสองก็จะกระทำตามลักษณะของโปรแกรมในระดับสอง คือ ตามลักษณะการแปลด้วยไมโครโปรแกรม

คำสั่งที่เพิ่มเติมขึ้นมานั้นส่วนใหญ่เป็นคำสั่งที่ใช้ในการจัดการระบบการทำงาน เช่นให้ประมวลผลได้พร้อมกันหลายโปรแกรม ใช้ในการจัดการเกี่ยวกับระบบ



รูปที่ 3 กลุ่มคำสั่งที่จำเป็นในภาษาเครื่อง

การเชื่อมต่อกับหน่วยอินพุท เอาท์พุท ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ฯลฯ

ในการเรียกโปรแกรมระดับนี้ว่าไฮบริดก็เนื่องจากว่าบางส่วนของคำสั่งในโปรแกรมจะได้รับการอินเตอร์พรีทด้วยไมโครโปรแกรมโดยตรงโดยมีบางคำสั่งได้รับการอินเตอร์พรีทด้วยระดับคำสั่งการจัดการให้เป็นระดับสองเสียก่อน

ระดับ 5

ระดับภาษาขั้นสูง

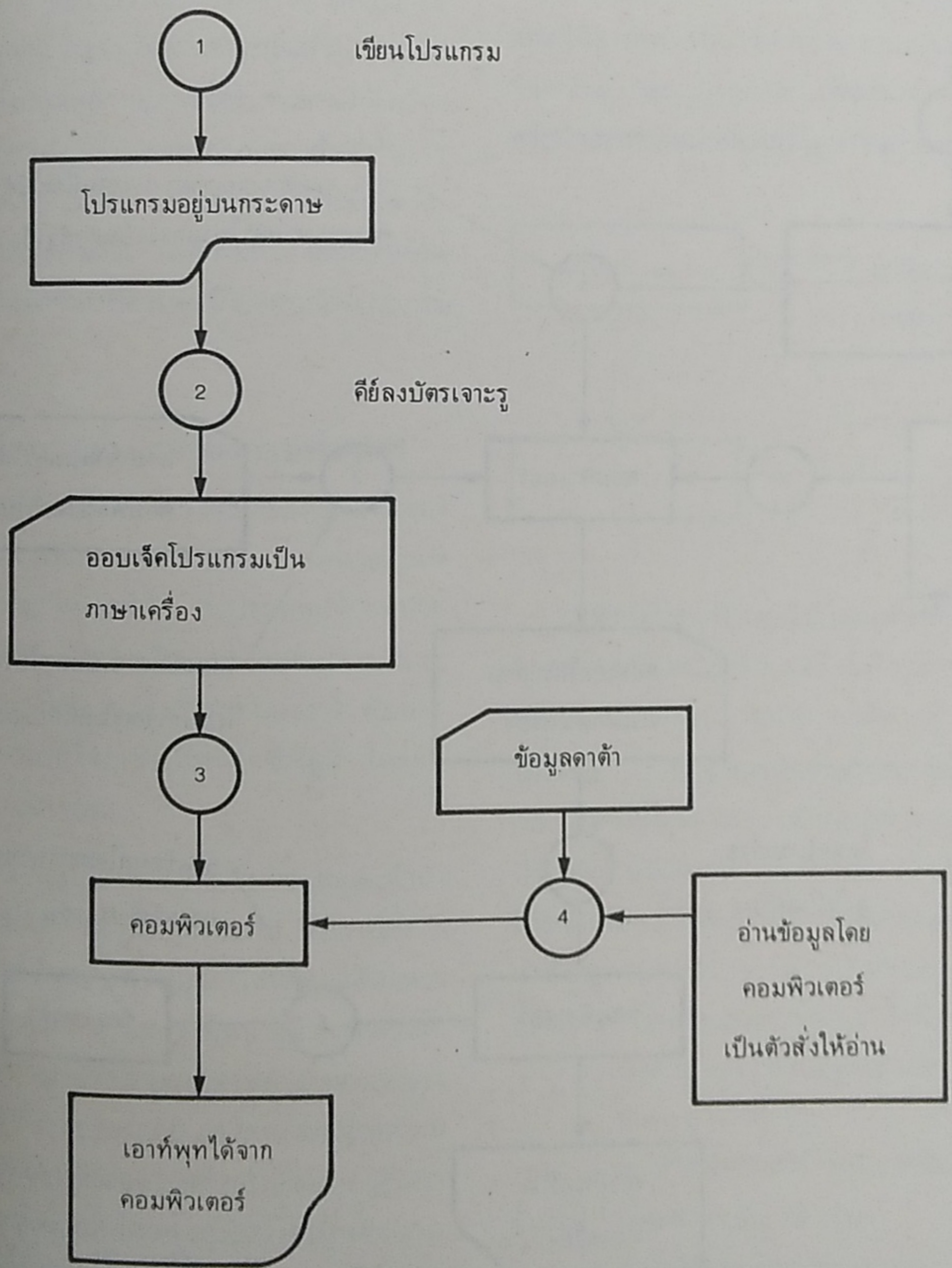
ถึงแม้ว่าภาษาแอสเซมบลี้จะเป็นตัวอักษรที่เข้าใจง่ายแล้วก็ตาม แต่ภาษาแอสเซมบลี้ก็จะแทนคำสั่งของเครื่องในภาษาเครื่องตัวต่อตัว ดังนั้น การเขียนโปรแกรมหรือใช้งานด้วยภาษาแอสเซมบลี้ ยังไม่ง่าย จึงมีผู้ที่คิดค้นพยายามหาทางสร้างภาษาในระดับ L_5 ขึ้น เพื่อเป็นภาษาที่เราเข้าใจได้ง่ายที่สุด เช่น ADD A TO B EQUAL C ภาษาชั้นสูงนี้ในปัจจุบันมีมากกว่า 100 ภาษา แต่ในจำนวนนี้มีภาษาที่นิยมกันมากเพียงไม่กี่ภาษา เช่น BASIC FORTRAN COBOL ฯลฯ

คอมพลายเลอร์คืออะไร

จากการนิยามในตอนต้นเราได้คำนิยามของคำว่าการแปล (translation) และการอินเตอร์พรีท (interpletion) ในหัวข้อนี้เราลองมาพิจารณาถึงรายละเอียดของการแปล

การแปลอาจจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่มได้โดยอาศัยลักษณะความสัมพันธ์ของต้นภาษากับภาษาปลายทางที่ได้รับการแปลแล้ว ถ้าต้นทางภาษาเป็นภาษาที่เขียนด้วยสัญลักษณ์ที่ใช้แทนภาษาเครื่องที่เรียกว่า *ภาษาแอสเซมบลี้* (assembly language) ตัวแปลที่ใช้ในการแปลภาษาจากแอสเซมบลี้ให้เป็นภาษาเครื่องเราเรียกว่า *แอสเซมเบลอร์* (assembler) แต่ถ้าต้นทางภาษาเป็นภาษาขั้นสูง เช่น BASIC FORTRAN COBOL และตัวแปลจะแปลภาษานี้ไปเป็นภาษาระดับที่ต่ำกว่า หรือเป็นภาษาเครื่องเราจะเรียกตัวแปลนั้นว่า *คอมพลายเลอร์* (compiler)

ลักษณะพิเศษของคอมพลายเลอร์จะใช้สำหรับเป็นตัวแปลภาษาขั้นสูง นอกจากนี้ในขั้นตอนของการแปลก็จะมีการตรวจสอบว่า ลักษณะการเขียนโปรแกรมในระดับสูงมีที่ผิดพลาดอะไรบ้าง ข้อผิดพลาดที่ในขั้นของการแปลนี้ตรวจสอบได้ก็ยังมีจำกัด

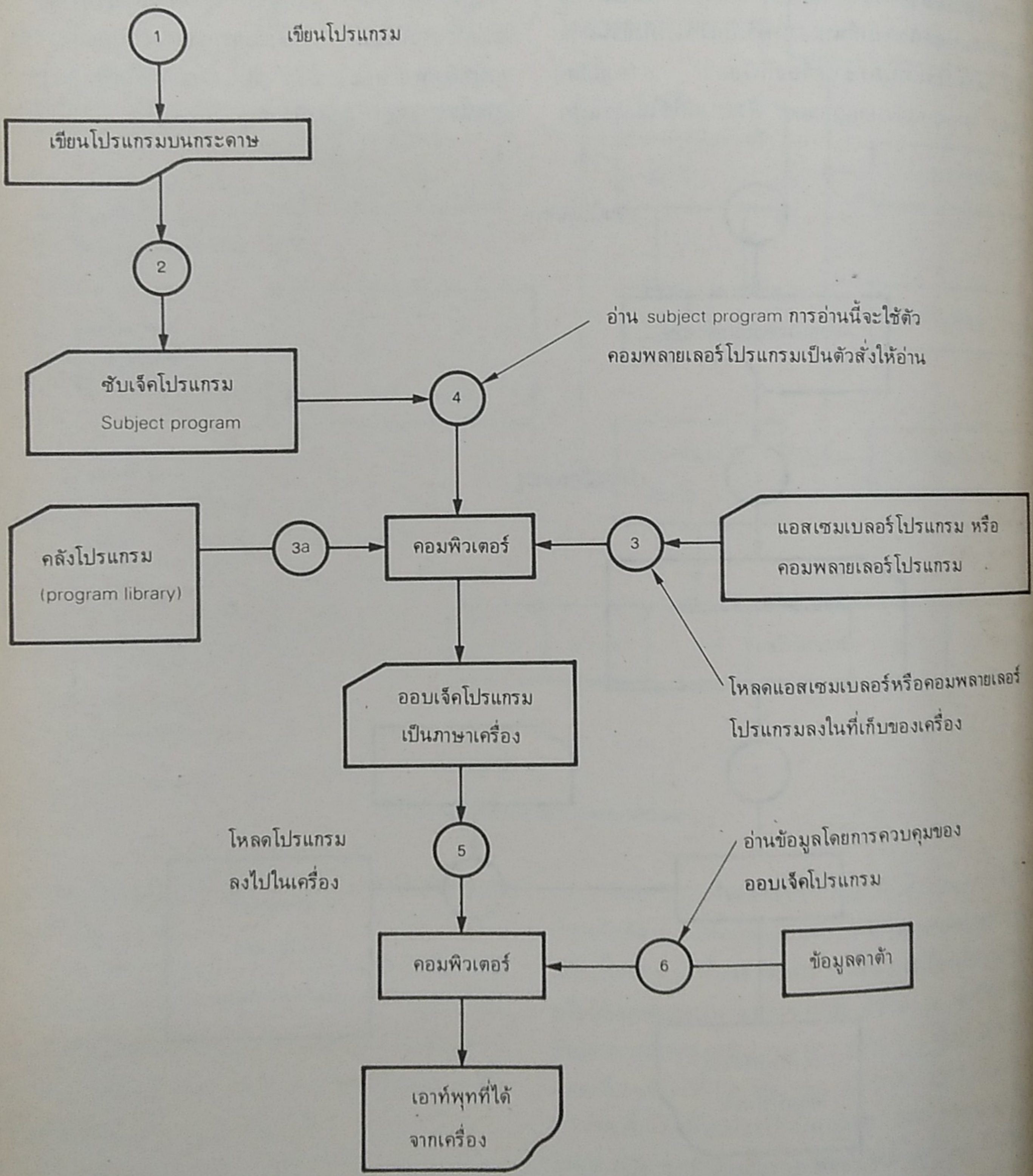


รูปที่ 4 เมื่อโปรแกรมเขียนเป็นภาษาที่เครื่องเข้าใจได้

จากโปรแกรมที่เขียนด้วยมือจนถึงผลลัพธ์ที่ได้จากคอมพิวเตอร์

เพื่อให้เข้าใจลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์ดียิ่งขึ้น รูปที่ 4 และ รูปที่ 5 เป็นไดอะแกรมตามลำดับการทำงานของการแก้ปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ ในแต่ละวิธีจุดเริ่มแรกจะอยู่ที่การเขียนโปรแกรมด้วยมือลงบนกระดาษในลำดับต่อมาก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นส่วนลักษณะที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าไปได้ เช่น ใช้การ์ดเจาะรู ใช้เทปแม่เหล็ก ฯลฯ

โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาระดับสูงก่อนมีการแปลด้วยคอมพลายเลอร์ หรือแอสเซมเบลอร์ เราเรียกว่า *ซับเจ็คโปรแกรม* (subject program) ในส่วนของซับเจ็ค



รูปที่ 5 ลำดับการทำงานเมื่อโปรแกรมที่เขียนเป็นภาษาระดับสูง

โปรแกรมจะยังคงเป็นภาษาที่ผู้เขียนเข้าใจได้ง่าย และเมื่อต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลจำเป็นจะต้องมีการแปลโปรแกรมให้เป็นภาษาเครื่อง ขบวนการแปลนี้อาศัยการแปลทั้งโปรแกรมแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องพร้อมที่จะใช้โหลดต่อไปนี้เรียกว่า *คอมพลาย* (compile) โปรแกรมที่ผ่านการคอมพลายแล้วเรียกว่า *ออบเจ็คโปรแกรม* (object program)

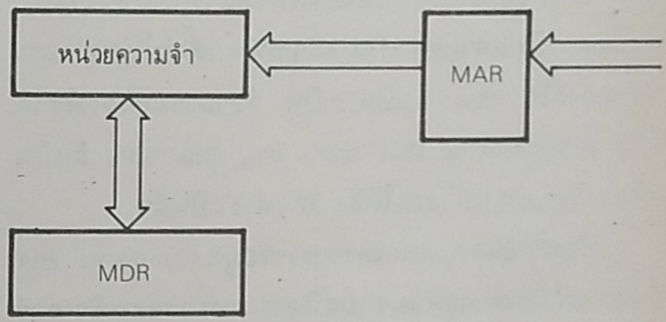
ในขบวนการทำงานนั้นเครื่องจะต้องทำการคอมพลายโปรแกรมให้เรียบร้อยเสียก่อน ครั้นเรียบร้อยแล้วโปรแกรมที่ได้จะเป็นภาษาที่เครื่องรับรู้ได้ ส่วนของโปรแกรมนี้อาจจะมีบางส่วนที่มาจาก *คลังโปรแกรม* (program library) เช่น เราเรียกว่า sin X เครื่องก็จะไปดึงเอาส่วนการคำนวณค่า sin เข้ามาในส่วนออบเจ็คโปรแกรมด้วย เมื่อโหลดส่วนออบเจ็คโปรแกรมให้เครื่องทำการประมวลผล (execute) ถ้าเครื่องพบคำสั่งในการใช้ข้อมูล เช่น READ DATA เครื่องก็จะอ่านข้อมูลดาต้าเข้ามาใช้ในการประมวลผลด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกกำหนดให้ออกตามส่วนของเอาท์พุทที่ควบคุมด้วยออบเจ็คโปรแกรม

องค์ประกอบพื้นฐานอย่างง่ายของคอมพิวเตอร์

ตามที่ได้กล่าวไว้แต่ต้นว่า โครงสร้างของคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยหน่วยทำงานหลายหน่วย แต่หน่วยงานที่เป็นหัวใจสำคัญ คือ หน่วยซีพียู ซึ่งประกอบด้วยหน่วยคำนวณคณิตศาสตร์ และลอจิก หน่วยควบคุม และหน่วยความจำ การศึกษาองค์ประกอบและลำดับการทำงานของคอมพิวเตอร์จะเน้นที่หน่วยซีพียูนี้ โดยจะเริ่มต้นที่หน่วยความจำก่อน

หน่วยความจำจะเป็นหน่วยที่ใช้เก็บข้อมูลและคำสั่งต่าง ๆ คำสั่งนี้จะมีลักษณะเป็นชุดรวมกัน ซึ่งเราเรียกว่า *โปรแกรม* เพื่อสั่งให้หน่วยควบคุมทำงานตามต้องการ ส่วนข้อมูลจะเป็นส่วนที่เราต้องการให้หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และลอจิกนำมาประมวลผลตามคำสั่งจากหน่วยควบคุมการเก็บคำสั่งและข้อมูลต่าง ๆ ภายในหน่วยความจำ จะมีตำแหน่งที่อยู่ที่มีเลขหมายกำกับแน่นอน ซึ่งเราเรียก *แอดเดรส* แต่ละแอดเดรสจะมีขนาดเป็นจำนวนบิทเท่ากัน คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่จะเป็นเครื่องที่มีหน่วยความจำใหญ่ ซึ่งคือมีจำนวนบิทมากนั่นเอง กลุ่มของบิทที่เก็บข่าวสาร (ข้อมูลและคำสั่ง) หลาย ๆ บิทรวมกันจะเรียกว่า word

การทำงานเกี่ยวกับหน่วยความจำจะมี 2 อย่าง คือ การเก็บข่าวสารไว้ในหน่วยความจำตามตำแหน่งแอดเดรสที่ระบุ เรียกว่า *เขียน* (WRITE) และการนำข่าวสารออกจากหน่วยความจำตามตำแหน่งแอดเดรสที่ระบุ เรียกว่า *อ่าน* (READ) ไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรืออ่านข่าวสารกับหน่วยความจำจะเกี่ยวข้องกับตำแหน่งแอดเดรสและข่าวสาร ดังนั้นวงจรภายในคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะมีรีจิสเตอร์เก็บข่าวสารชั่วคราวที่ทำงานคู่กับหน่วยความจำอยู่อย่างน้อย 2 ตัว คือ รีจิสเตอร์แสดงตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำ (MAR - Memory Address Register) และรีจิสเตอร์เก็บข่าวสารของหน่วยความจำ (MDR - Memory Data Register) เพื่อเก็บข่าวสารที่จะส่งไปเก็บหรือนำออกจากหน่วยความจำตามตำแหน่งที่ระบุโดย MAR

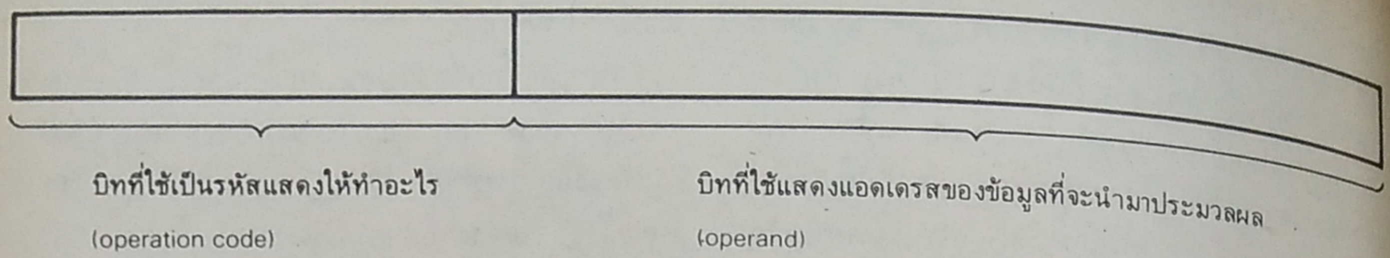


เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่ง หน่วยควบคุมของเครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องนำคำสั่งจากหน่วยความจำผ่านมาทาง MDR มาตีความ และกระทำตามไมโครโปรแกรม ซึ่งการทำงานนี้จะแบ่งออกเป็น 2 สถานะ คือ สถานะนำคำสั่งมาจากหน่วยความจำเรียก *เฟทช์* (FETCH) และสถานะ เอ็กซิคิวชั่น (EXECUTION) ซึ่งจะเป็นขั้นตอนสั่งให้หน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และลอจิกนำข้อมูลจากหน่วยความจำมาประมวลผล ดังนั้น ขั้นตอนการทำงานจะแบ่งเป็นขั้น ๆ ดังนี้

1. นำคำสั่งมาจากหน่วยความจำ
2. ถอดรหัสคำสั่งว่า

ก. สั่งให้ทำอะไร เช่น สั่งให้บวก, ลบ, คูณ, ข้ามไปทำงานคำสั่งอื่น เป็นต้น

ข. แอดเดรสของข้อมูลภายในที่ต้องการให้ทำตามข้อ ก.



3. นำข้อมูลจากแอดเดรสที่ระบุในข้อ 2 ข. มา

4. ประมวลผลข้อมูลจากข้อ 3

5. นำคำสั่งอันใหม่จากหน่วยความจำที่อยู่ถัดไปออกมาและดำเนินการตามข้อ 2 ต่อไป

ตามขั้นตอนข้างต้นในคำสั่งของไมโครโปรแกรมของคอมพิวเตอร์จะต้องประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นรหัสบวกให้ทำอะไร และส่วนที่เป็นแอดเดรสของข้อมูลที่จะนำมาประมวลผล ดังรูปข้างบน

บิทที่ใช้เป็นรหัสแสดงให้ทำอะไร (op - code) จะมีหลายบิทแล้วแต่ว่าเป็นเครื่องที่มีคำสั่งให้ทำงานมากน้อยอย่างไร เช่น ถ้าเป็น 3 บิท ก็สามารถถอดรหัสได้ $2^3 = 8$ การทำงาน เช่น บวก, ลบ, คูณ ฯลฯ ถ้าเป็น 5 บิท ก็สามารถทำงานได้ถึง 32 อย่าง เป็นต้น

บิทที่ใช้แสดงแอดเดรสของข้อมูล (operand) อาจแบ่งออกเป็นหลายส่วนตามชนิดของเครื่องคอมพิวเตอร์ เราเรียกว่า operand มีหลาย field เช่น เครื่องชนิดสาม - บวก - หนึ่ง แอดเดรส จะมี field ของ operand ถึง 4 field ดังรูปข้างล่าง

การทำงานของเครื่องเช่นนี้ จะเป็นการนำข้อมูลจากแอดเดรส 1 กับข้อมูลในแอดเดรส 2 มากระทำตาม op - code (เช่น บวกกัน) และนำผลลัพธ์ไปเก็บไว้ในแอดเดรส 3 แล้วนำคำสั่งในแอดเดรส 4 มาทำงานต่อไป

ลักษณะของ operand ที่มี field หลาย field จะเป็นคำสั่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ สำหรับคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กลงมาก็จะมีคำสั่งที่มี field น้อยลง เช่น แอดเดรส ที่บอกคำสั่งใหม่ที่อยู่ถัดไปก็ไม่จำเป็น เราสามารถใช้วงจรตัวนับเลขเรียกโปรแกรมเคาวน์เตอร์ (PC - PROGAM COUNTER) เข้ามาแทนที่ ทำหน้าที่เป็นตัวชี้คำสั่งใหม่ที่จะทำ การลด field นี้จะช่วยลดต้นทุนของคอมพิวเตอร์ได้ แต่การทำงานอาจช้ากว่า

ถัดไป field ของผลลัพธ์ก็สามารถลดลงได้ โดยใช้ operand 2 เป็นตัวเก็บผลลัพธ์ด้วยได้ สุดท้ายเราสามารถลดต้นทุนของเครื่อง โดยให้เหลือเพียง operand เดียว โดยทำหน้าที่เป็นแอดเดรสของข้อมูลและผลลัพธ์ด้วย จะมีรีจิสเตอร์ที่เรียกแอคคิวมูเลเตอร์ (ACCUMULATOR) เขียนย่อ ACC มาใช้เก็บข้อมูลและผลลัพธ์ ควบคู่กับเครื่องชนิดนี้ที่เรียกว่า เครื่องที่มีแอดเดรสเดียว

ในที่นี้เราจะกล่าวถึงหน่วยควบคุมของเครื่องที่มีแอดเดรสเดียว ซึ่งจะมีลำดับการทำงานตามสถานะเฟทช์และเอ็กซิคิวชั่น ดังนี้

ในสถานะเฟทช์

1. ค่าของ PC จะเข้าไปใน MAR
2. หน่วยความจำอยู่ในสถานะ READ ค่าของ PC จะเพิ่มขึ้น 1
3. ค่าที่อยู่ในหน่วยความจำที่ระบุโดย MAR จะมาที่ MDR
4. ส่วน op - code ของ MDR ไปที่ IR (INSTRUCTION REGISTER)
5. ที่ IR จะมีวงจรถอดรหัสและลำดับสัญญาณคอยตีความว่าให้ทำอะไร โดยการส่งเส้นควบคุมที่แทนการทำงานนั้น ๆ ไปยังส่วนต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการทำงานที่ตีความโดยสมบูรณ์

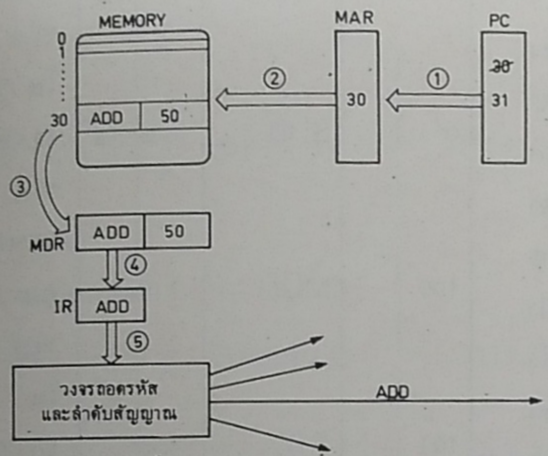
op-code	operand 1 แอดเดรส 1	operand 2 แอดเดรส 2	ผลลัพธ์ แอดเดรส 3	คำสั่งใหม่ แอดเดรส 4

ในสถานะเอ็กซิคิวชั่นสำหรับการบวก

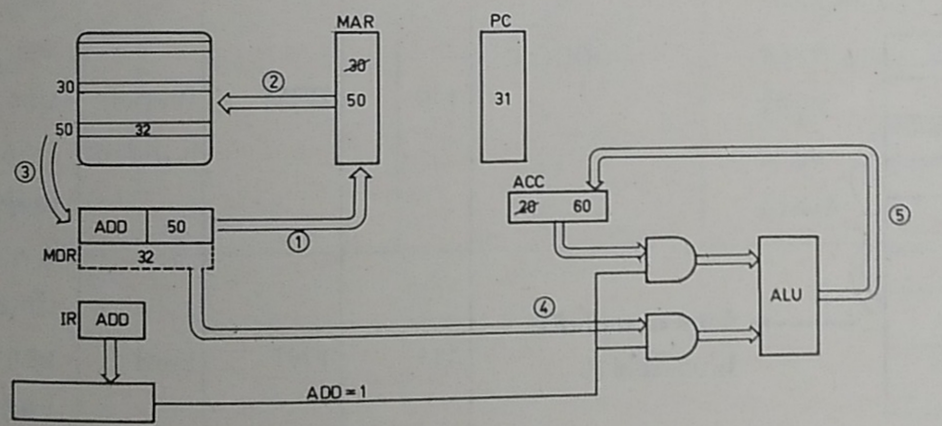
1. ส่วนแอดเดรสของ MDR (จากข้อ 4 ข้างต้น) จะส่งไปที่ MAR
2. ข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำที่ระบุโดย MAR ใหม่จะมาที่ MDR แทนที่ค่าเดิมทั้งหมด
3. ข้อมูลใน MDR จะส่งไปบวกกับข้อมูลที่อยู่ใน ACC ส่งเข้าหน่วยคำนวณคณิตศาสตร์และลอจิก ทำการบวก ผลลัพธ์ที่ได้ส่งไปเก็บที่ ACC
4. เป็นการสิ้นสุดสถานะนี้ และเริ่มสถานะเฟทซ์ใหม่

คำสั่งของการบวก, ลบ จะพ้นคำสั่งที่ต้องอ้างถึงหน่วยความจำเพื่อนำข้อมูลมาเอ็กซิคิว แต่คำสั่งบางประเภทจะไม่อ้างถึงหน่วยความจำ เช่นการข้ามไปคำสั่งอื่น สถานะเอ็กซิคิวชั่นก็จะแตกต่างออกไป ซึ่งคำสั่งของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะบวกลำดับขั้นการทำงานไว้ให้

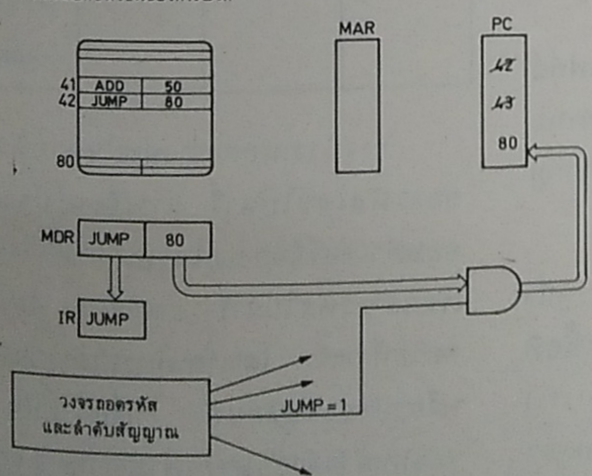
ตัวอย่างภาพแสดงการทำงาน เช่น เครื่องชนิดหนึ่งที่มี op - code ของคำสั่งแสดงการบวก



สถานะเฟทซ์

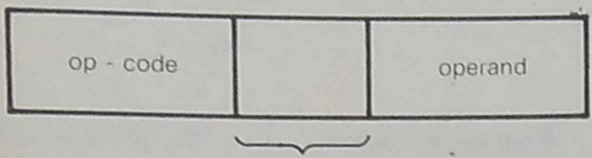


สถานะเอ็กซิคิวชั่นของการบวก



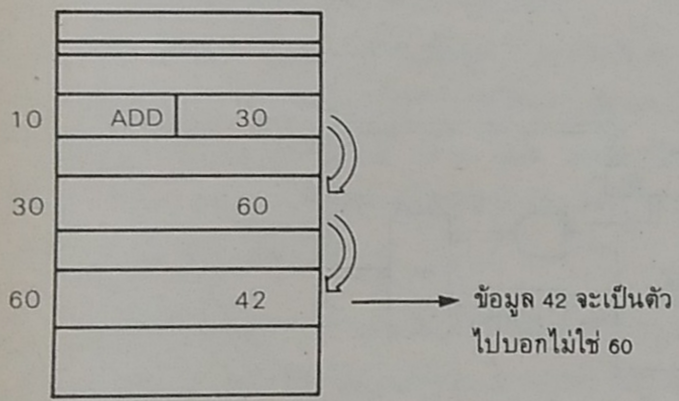
สถานะการเอ็กซิคิวของการกระโดดข้าม (JUMP)

รูปแบบคำสั่งที่กล่าวข้างต้นเป็นแบบธรรมดา ในบางรูปแบบจะสามารถพลิกแพลงคำสั่งได้โดยแบ่งเป็น op - code, ส่วนแสดงการพลิกแพลงในการหาตำแหน่ง



ส่วนแสดงการพลิกแพลงในการหาตำแหน่งความจำที่แท้จริง

ความจำที่แท้จริงและส่วน operand ในส่วนกลางของคำสั่งประเภทนี้จะควบคุมว่าจะเป็นแบบเดิม คือ หา operand แอดแดรสโดยตรงหรือเป็นแบบหา operand โดยอ้อม (Indirect Addressing) วิธีนี้จะต้องเสียเวลาบ้าง เช่น ถ้าปกติ ADD 50 ตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการบวกจะอยู่ที่ 50 แต่ถ้าเป็นแบบทางอ้อม เมื่อบอกว่า ADD 50 แทนที่ตำแหน่งของข้อมูลจะอยู่ที่ 50 ตำแหน่งที่ 5 จะเป็นข้อมูลที่บอกว่าข้อมูลที่ต้องการบวกอยู่ที่ไหนแทน



ถ้าเป็นลักษณะเช่นนี้ ในระหว่างสถานะเฟทช์และสถานะเอ็กซิคิวชั่นจะเพิ่มอีกสถานะเรียกสถานะดีเฟอร์ (Defer) เพื่อรอจนกว่าข้อมูลที่แท้จริงมาปรากฏที่ MDR

ต่อไปจะสมมติเครื่องคอมพิวเตอร์ขึ้นมาเครื่องหนึ่ง คำสั่งและข้อมูลภายในหน่วยความจำมี 8 บิท มีเนื้อที่ทั้งหมด 32 word แสดงด้วยแอดเดรส (00000 ถึง 11111) ข้อมูลที่เก็บจะอยู่ในลักษณะ signed 2's complement คำสั่งที่เป็น 8 บิท จะแบ่ง 3 บิทแรกเป็น op - code และ 5 บิทหลังเป็น operand op - code ที่มี 3 บิท จะแสดงคำสั่งทำงานได้ 8 บิท อย่างดังนี้

op-code	รหัสนีโมนิค	การทำงาน	คำอธิบาย
000	HLT	Halt	- สั่ง CPU หยุดทำงาน เป็นการสิ้นสุดโปรแกรม
001	CLA	clear and add	- clear ให้ ACC เป็น 0 และบวกเลขที่เก็บอยู่ในแอดเดรสของoperand
010	ADD	add	- บวกเลขที่อยู่ในแอดเดรสของ operand กับเลขใน ACC
011	SUB	Substract	- ลบเลขที่อยู่ในแอดเดรสของ operand ออกจากเลขใน ACC
100	MUL	Multiply	- คูณเลขที่อยู่ในแอดเดรสของ operand กับเลขใน ACC
101	STO	Store	- เก็บข่าวสารที่อยู่ใน ACC เข้าในแอดเดรสของ operand ที่ระบุไว้
110	BRM	Branch if minus	- บอก CPU ให้ข้ามไปทำคำสั่งที่ระบุด้วยแอดเดรสของ operand ถ้าข่าวสารใน ACC เป็นลบ
111	PNT	Print	- บอก CPU ให้พิมพ์ข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำ ตามที่ระบุโดยแอดเดรสของ operand

การทำงานทุกอย่างภายในคอมพิวเตอร์จะอยู่ในรูปของรหัสเลขไบนารี่ การเขียนโปรแกรมสั่งงานของคอมพิวเตอร์ก็ต้องอยู่ในรูปเลขรหัสไบนารี่ด้วย แต่การเขียนด้วยรหัสไบนารี่จะยุ่งยากมาก ดังนั้น เราจึงพยายามคิดวิธีที่ง่ายขึ้น โดยเขียนในรูปเลขฐานแปด ฐานสิบหก หรือรูปของสัญลักษณ์ หรือนีโมนิค โดยแต่ละคำสั่งจะแทนด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 3 หรือ 4 ตัว มีความสัมพันธ์กับการทำงานของเครื่อง ในตัวอย่างการบวกเลข

X + Y - 5 จะแสดงด้วยรหัสไบนารี่และรหัสนีโมนิค ดังนี้

Address	MN code	Instruction or Data	คำอธิบาย
00000	CLA 8	001 01000	clear และบวก ACC ด้วยข้อมูล X ที่เก็บไว้ในแอดเดรส 8
00001	ADD 9	010 01001	บวกข้อมูล Y ที่เก็บในแอดเดรส 9 เข้ากับข้อมูลใน ACC จะได้เป็น X + Y
00010	SUB 10	011 01010	ข้อมูลใน ACC ที่เป็น X + Y จะถูกลบด้วย 5 ที่เก็บอยู่ในแอดเดรส 10
00011	STO 11	101 01011	เก็บข่าวสารใน ACC ไว้ในแอดเดรส 11
00100	PNT 11	111 01011	พิมพ์ค่าข่าวสารที่เก็บไว้ในแอดเดรส 11
00101	HLT	000 00000	หยุดทำงาน
01000		X	ข้อมูล
01001		Y	ข้อมูล
01010		5	ตัวคงที่

มาเขียนโปรแกรมโครงสร้างกันเถอะ

ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นหัวใจของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ การจะให้คอมพิวเตอร์ทำงานในสิ่งที่ต้องการก็จำเป็นต้องอาศัยการสั่งงานด้วยโปรแกรมคำสั่ง เมื่อผู้สั่งงานสั่งงานได้ดีการทำงานก็ทำได้ดี มีผู้กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ก็คือ อุปกรณ์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการ ''GARBAGE IN - GARBAGE OUT'' กล่าวคือ ถ้ามีการสั่งงานหรือนำข้อมูลอินพุทเข้าไปได้ดี มันก็จะทำงานดี ดังได้กล่าวแล้ว การที่เขียนโปรแกรมได้ดีจึงจำเป็นต้องพิจารณาในรูปแบบที่เขียนแล้วมีโครงสร้างโปรแกรมที่ดี เขียนได้ง่าย ตรวจสอบหรือต่อเติมดัดแปลงแก้ไขโปรแกรมในภายหลังได้

หลักการโปรแกรมโครงสร้าง

โปรแกรมที่เขียนกันส่วนใหญ่จะมีการวางรูปในรูปแบบจากบนลงล่างหรือที่เรียกว่า top - down ผู้เขียนโปรแกรมส่วนใหญ่มักคุ้นเคยกับวิธีการเขียนโปรแกรมในรูปแบบจากบนลงล่างอยู่แล้ว แต่มักจะมีการเขียนที่อาศัยหลักการความเคยชินหรือสิ่งที่เคยทำมาแล้วเป็นรากฐาน และการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเขียนบางครั้งก็ทำได้ยาก ซึ่งแตกต่างจากผู้ที่เริ่มเรียนรู้ใหม่ ๆ สามารถเขียนโปรแกรมหรือเรียนรู้ในหลักการที่ถูกต้องตั้งแต่เริ่มต้น และจะทำให้มีโอกาสเป็นผู้โปรแกรมที่ดีได้ ก่อนอื่นลองดูรูปแบบการเขียนโปรแกรมตัวอย่างที่อยู่ในรูปฟอร์มที่ง่ายต่อการตรวจสอบดูบ้าง

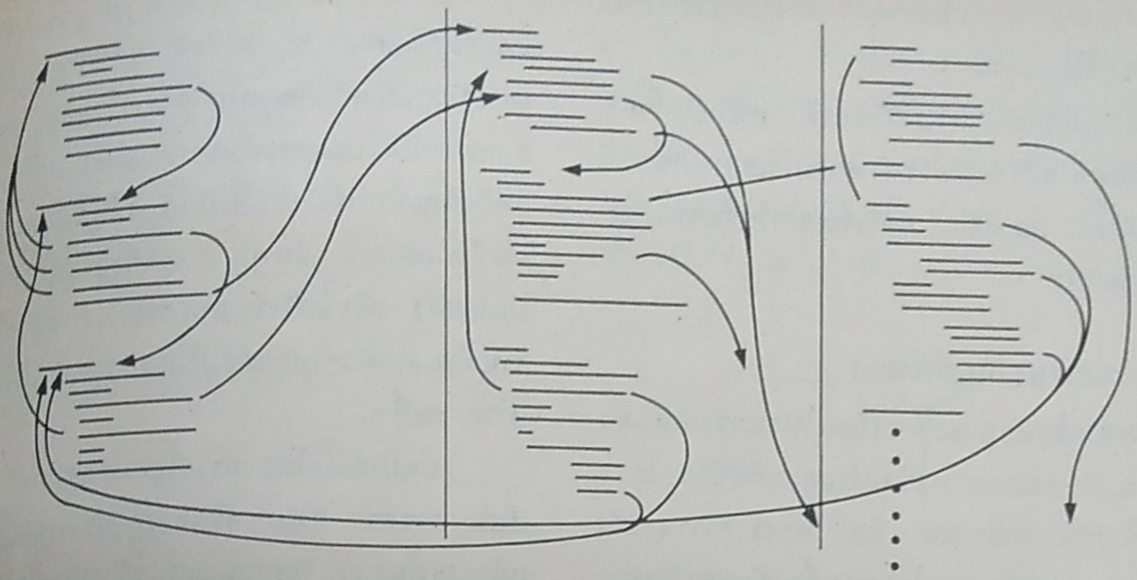
ตัวอย่างข้างล่างเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการแปลงเลขไบนารี่ให้เป็นตัวเลข BCD ลองพิจารณาโปรแกรม

```
CONVERT-TO-BCD
    BCDACCUM:=0
    COUNT:=PRECISION
    REPEAT
        BIN:=BIN*2
        BCD:=BCD*2+CARRY
        COUNT=COUNT-1
    UNTIL  COUNT=0
END CONVERT-TO-BCD
```

ตัวอย่างที่เขียนนี้เขียนในรูปแบบโปรแกรมโครงสร้างที่มีรูปโครงที่ง่ายต่อการเข้าใจ แต่อย่างไรก็ตามลักษณะของโปรแกรมโครงสร้างจำเป็นต้องมีหลักการและรายละเอียดต่าง ๆ ประกอบซึ่งจะได้ทำการศึกษาต่อไป

หลักสี่ประการต่อการเขียนโปรแกรมที่ดี

เพื่อให้การเขียนโปรแกรมสั่งงานไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1 ตัวอย่างโปรแกรมสปาเก็ตตี้ (โปรแกรมที่มีคำสั่ง BRANCH หรือ JUMP โดยไม่มีเงื่อนไข)

ได้ดี พึงระลึกถึงหลัก 4 ข้อนี้ไว้ในใจหรือจำให้ขึ้นใจเสียก่อน

หลักข้อ 1 ใช้ชื่อเลเบลที่ตั้งไว้หรือชื่อข้อมูลให้มีความหมายตรงกับที่ต้องการมากที่สุด เช่น CHECK - KEY, DEBOUNCE ฯลฯ

หลักข้อที่ 2 ข้อมูลในตาราง (table) จะได้รับการออกแบบสร้างขึ้นมาเพื่อใช้เฉพาะงานอย่างเดียวจะไม่มีการใช้ตารางเพียงตารางเดียวสำหรับหลายงาน

หลักข้อที่ 3 ลักษณะโปรแกรมต้องเป็นการเขียนจากบนลงล่าง มีจุดเข้าเพียงจุดเดียว (1 input) และจุดออกเพียงจุดเดียว (1 output) เท่านั้น หลีกเลี่ยงการใช้คำสั่ง BRANCH หรือ JUMP โดยไม่มีเงื่อนไข

หลักข้อที่ 4 พยายามให้คำสั่งที่เขียนชัดเจน และใช้หลักการเขียนที่ชาญฉลาดประกอบด้วย อย่าลืมว่า การเขียนโปรแกรมที่ดีอาจทำให้โปรแกรมยาวขึ้นอีกเล็กน้อยหรือทำงานได้ช้าลงอีกเล็กน้อย ก็ยังดีกว่าที่ต้องเสียเวลาในการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม พึงระลึกเสมอว่าเสียเวลาในตอนแรก และไม่มีปัญหาในตอนหลังเป็นสิ่งที่น่าสนใจหรือพึงกระทำมากกว่า

โปรแกรมโครงสร้างและผังงานมีไว้ทำไม

เมื่อก่อนนี้นักโปรแกรมหรือผู้ใช้คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่มักไม่ใคร่สนใจส่วนของโปรแกรม หรือวิธีการทางโปรแกรมโครงสร้างมากนัก แต่เมื่อพบปัญหาจึงได้พยายามหาทางแก้ปัญหา และทางออกทางหนึ่ง คือ ลักษณะรูปแบบของภาษาที่ใช้ หลายภาษาได้ออกแบบมาให้มีโปรแกรมโครงสร้างที่ดี เช่น PL1, PASCAL, PL/M เป็นต้น

อย่างไรก็ดีภาษาที่ใช้ในการสั่งงานคอมพิวเตอร์หลายภาษาไม่สามารถจัดอยู่ในรูปฟอร์มโปรแกรมโครงสร้างได้ง่าย เช่น FORTRAN, BASIC และแม้แต่ ASSEMBLY จึงมีผู้กำหนดวิธีการเขียนหลักการขึ้นด้วยโปรแกรมโครงสร้างและสามารถประยุกต์เข้ากับการเขียนโปรแกรมภาษาใดก็ได้ โดยได้ยึดหลักดังนี้

1. เขียนในลักษณะใกล้เคียงกับภาษาเขียนธรรมดาเพื่ออธิบายการทำงานหรือโครงสร้างของโปรแกรม การใช้ภาษาเขียนนี้จึงไม่สามารถนำไปใช้ RUN กับเครื่องใดได้โดยตรงแต่สามารถเปลี่ยนรูปโปรแกรมไปเป็นภาษาใดก็ได้โดยง่าย

2. โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเขียนปกตินี้เรียกว่า pseudo code โดยผู้เขียนอาจไม่จำเป็นต้องรู้จักภาษาใดมาเลยก็ได้ ก็สามารถเขียนโปรแกรมนี้ได้

3. การเขียนในลักษณะนี้จะทำให้รูปแบบโปรแกรมเป็นโปรแกรมโครงสร้างได้ และทำให้ง่ายต่อการตรวจแก้ไขดัดแปลงหรือต่อเติมในภายหลังได้โดยง่าย

4. สามารถแลกเปลี่ยนหรือส่งต่อให้ผู้ถนัดทางภาษาต่างภาษากันดูได้ทันที

ลักษณะการเขียนด้วย pseudo code นี้มีวิธีการ

เขียนที่ค่อนข้างจะง่ายและมีโครงสร้างที่ง่ายต่อการเข้าใจการทำงานของโปรแกรม

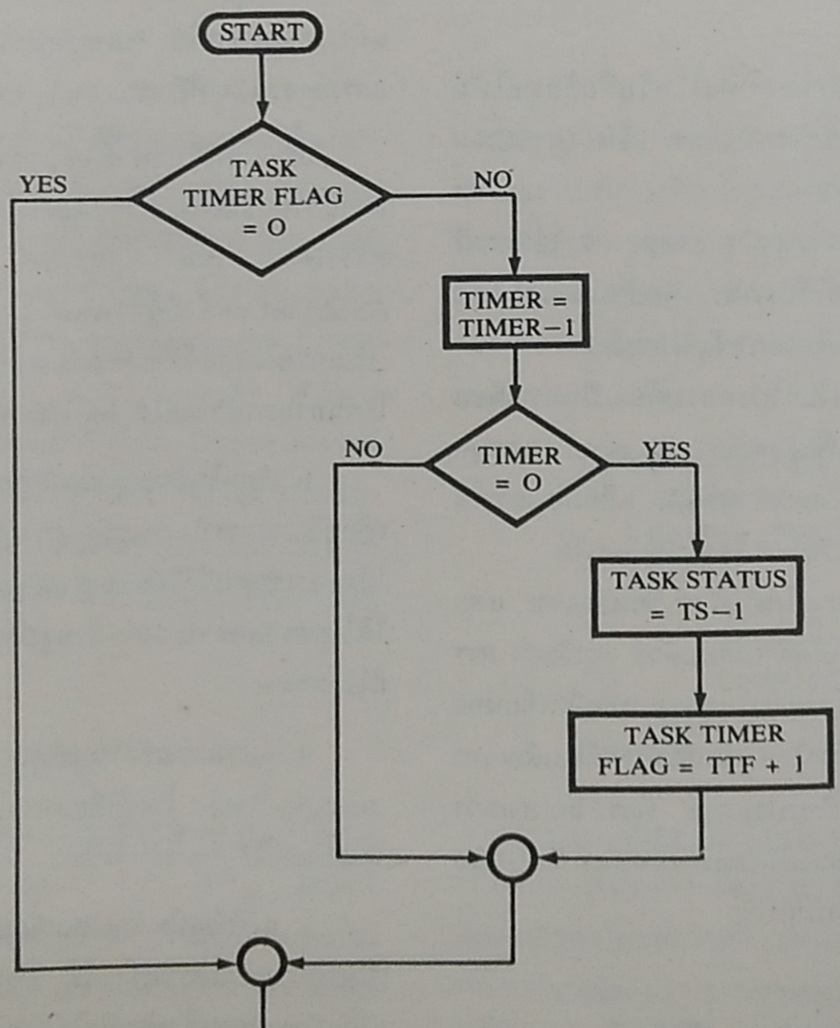
การจัดแบ่งระดับกันจะใช้วิธีการย่อหน้าเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละย่อหน้าจะบอกถึงระดับความลึกของส่วนของโปรแกรมนั่นเอง ลองค่อย ๆ พิจารณาจากโปรแกรมที่จะยกตัวอย่างต่อไป

รูปแบบโปรแกรมจากบนลงล่าง

เมื่อกล่าวถึงลักษณะการเขียนโปรแกรมที่ดีแล้ว ลองพิจารณาลักษณะการวางผังโปรแกรมที่ดีบ้าง โครงร่างหลักอย่างหนึ่งที่กล่าวแล้ว คือ โครงร่างการวางผังจากบนลงล่าง ลองพิจารณาโครงร่างเบื้องต้นของตัวอย่างข้างล่างนี้ประกอบเพื่อเป็นแนวความคิด

โครงร่างโปรแกรมดังกล่าวนี้ เป็นโปรแกรมตั้งเวลาที่ใช้หลักการอินเตอร์รัพท์ กล่าวคือ เมื่อมีการอิน-เตอร์รัพท์หนึ่งครั้งก็จะเซทค่าเวลาครั้งหนึ่ง โดยโปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่ตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพท์ แต่ที่เขียนโครงร่างของโปรแกรมให้ดูนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เห็นโครงร่าง 1 อินพุท 1 เอาท์พุท และเป็นรูปแบบบนลงล่าง หรือถ้าพิจารณาการเขียนแทนรูปแบบของผังงานดังกล่าวด้วยโปรแกรมโครงสร้างจะได้ดังตัวอย่างโปรแกรมที่ 2

รูปแบบของโปรแกรมที่ถูกหลักจะต้องง่ายต่อการเขียน การตรวจสอบ หรือการดูโปรแกรม เพื่อเข้าใจหลักการพื้นฐาน พิจารณาโครงสร้างของผังงานเบื้องต้นเสียก่อน



รูปที่ 2 รูปแบบโปรแกรมจากบนลงล่าง

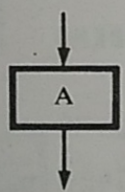
```
;STAT-TIMER-MODULE
IF TASK-TIMER-FLAGE≠0 THEN
   TIMER=TIMER-1
   IF TIMER=0 THEN
      TASK-STATUS=TS-1
      TASK-TIMER-FLAG=TTF+1
   ELSE
   END IF
ELSE
END IF
;END TIMER-MODULE
```

สัญลักษณ์ของผังงาน

โดยหลักการแล้วผังงานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ก็มิได้ยุ่งยากอะไรมากนัก เรามักจะพบเห็นกันอยู่ทั่วไป

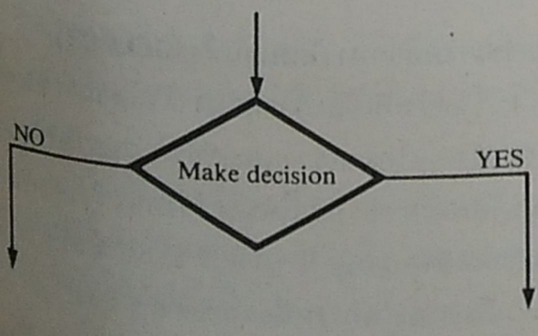
สัญลักษณ์สำหรับประมวลผล

รูปบล็อกสี่เหลี่ยมที่เห็นนี้เป็นบล็อกที่ใช้ในการประมวลผล โดยหลักการจะพยายามให้มีเพียงหนึ่งอินพุทและหนึ่งเอาท์พุทเช่นกัน



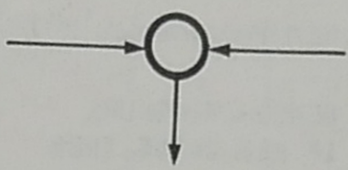
สัญลักษณ์การตัดสินใจ

เป็นเงื่อนไขการตัดสินใจ ถ้าเป็นไปตามเงื่อนไขไปกระทำการประมวลผลทางหนึ่ง ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขก็ไปกระทำอีกทางหนึ่ง ในกรณีนี้มี 1 อินพุท 2 เอาท์พุท แต่รูปโครงที่จะเขียนในโปรแกรมโครงสร้างต่อไปต้องรวมให้เหลือเพียง 1 เอาท์พุท ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป



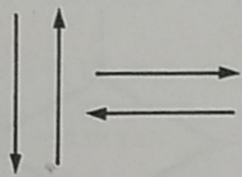
การรวมสัญญาณ

หากการไหลของโปรแกรมมาจากสองจุดลงมารวมกัน เราจะใช้วิธีการรวมด้วยสัญลักษณ์ที่กล่าวถึงนี้ การรวมโดยหลักการมักจะรวมเพียงสองสัญญาณออกมาเป็นหนึ่งสัญญาณ กรณีนี้จะมี 2 อินพุท ออกเป็น 1 เอาท์พุท ซึ่งจะมีวิธีการใช้ในกรณีที่จะกล่าวต่อไป



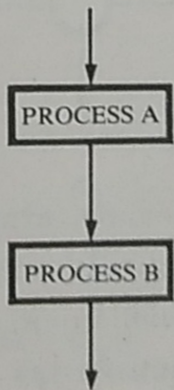
เส้นต่อของแต่ละบล็อก

การเชื่อมแต่ละบล็อกหรือการประมวลผลแต่ละโมดูลจะใช้วิธีการเขียนเส้นลูกศร ทิศทางของลูกศรแสดงการไหลของโปรแกรม



การสร้างลำดับของโปรแกรม

ในการเขียนโครงสร้างโปรแกรมจำเป็นต้องจัดลำดับโปรแกรมให้ได้รูปแบบที่ถูกต้อง ง่ายต่อการเขียน การตรวจสอบและแก้ไข



โครงสร้างต่อเนื่อง

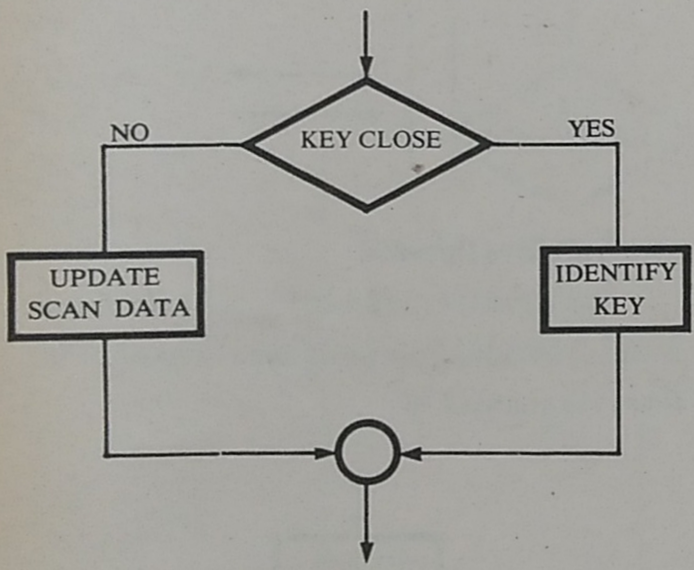
เมื่อนำบล็อกของการประมวลผลแต่ละบล็อกเข้ามาประมวลผลซึ่งเชื่อมต่อเป็นลำดับกัน จะพยายามรักษาให้มีจุดทางเข้าหนึ่งและจุดทางออกหนึ่งเช่นเดิม เขียนในรูปโปรแกรมได้เป็น

```
DEMO1-PROCEDURE
PROCESS A
PROCESS B
END DEMO1
```

โครงสร้าง IF THEN ELSE

โครงสร้างนี้เป็นโครงสร้างที่ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขและแยกการทำงานตามเงื่อนไขที่วางไว้

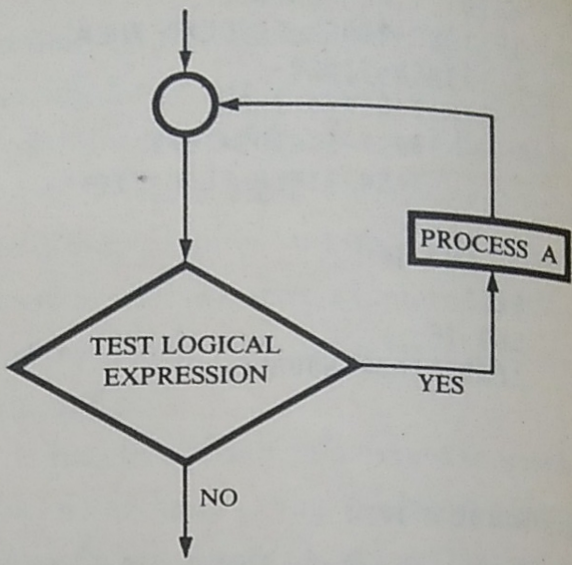
```
DEMO2-PROCEDURE
IF KEY CLOSE THEN
   IDENTIFY KEY
ELSE
   UPDATE SCAN DATA
END IF
END DEMO2
```



โครงสร้างแบบลูป

การทำงานของคอมพิวเตอร์แบบหนึ่ง คือ การทำงานที่ต้องทำซ้ำซ้อนวนไปมาเป็นลูป รูปแบบของโปรแกรมแบบลูปนี้จึงมีที่ใช้มากพอควร รูปแบบลูปที่ใช้กันแยกแยะเป็น 2 แบบ คือ DO WHILE และ DO UNTIL

รูปโครง DO WHILE นี้ เป็นรูปโครงที่สร้างลูป ลองดูจากรูปโครงสร้าง การประมวลผล A จะเกิดขึ้น ถ้าเงื่อนไขการทดสอบเป็นจริง และตราบใดที่มีการวนมาและเงื่อนไขเป็นจริง (YES) ก็จะกระทำการลูป การหลุดจากลูปจะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ (NO)



โครงสร้าง DO WHILE

ลองพิจารณาโครงสร้างโปรแกรมและโปรแกรมโครงสร้างดังรูปแรกในหน้า 139

```
TABLE-DEMO-PROCEDURE
READ ADD-STAT-TABLE
DO WHILE MORE DATA=YES
   PROCESS A
   READ NEXT DATA FROM TABLE
END DO
END TABLE-DEMO
```

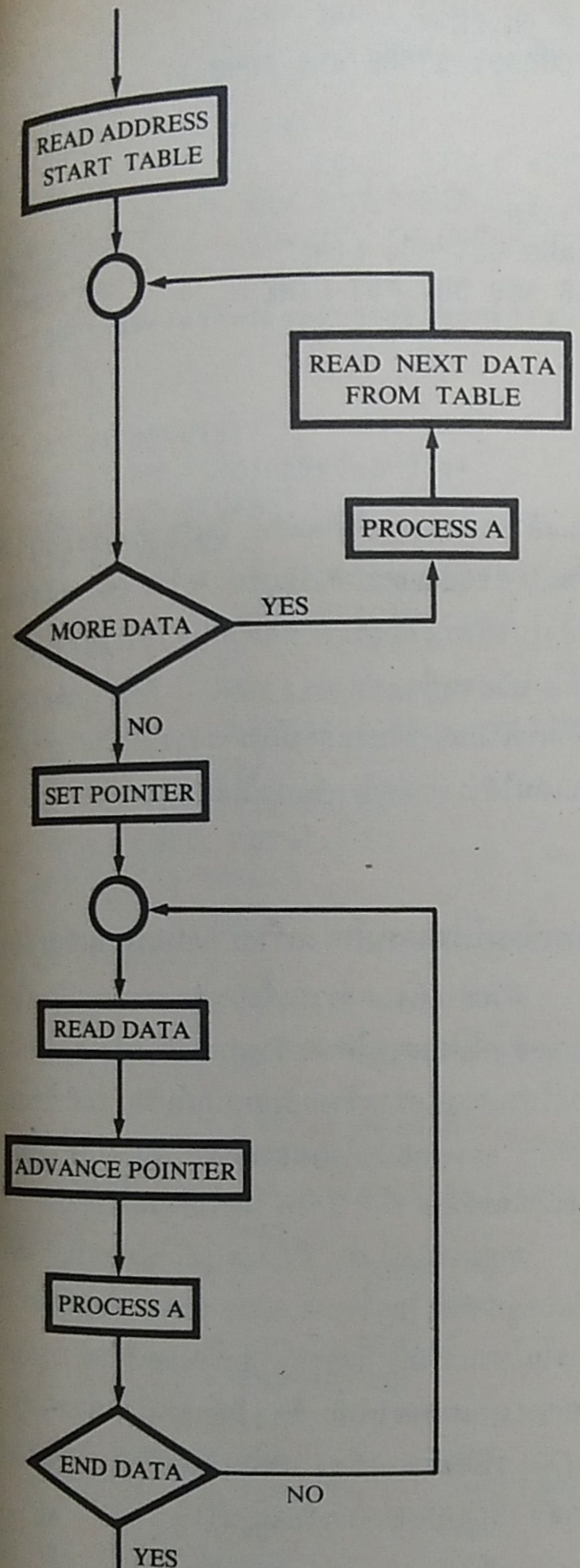
โครงสร้าง DO UNTIL

โครงสร้างแบบนี้จะทำการประมวลผลก่อนโดยทำจนกระทั่งถึง ค่าที่ต้องการ เมื่อเขียนรูปโปรแกรมจะเป็น

```
DEMO3-PROCEDURE
SET POINTER
DO UNTIL END DATA
   READ DATA
   ADVANCE POINTER
   PROCESS A
END DO
END DEMO3
```

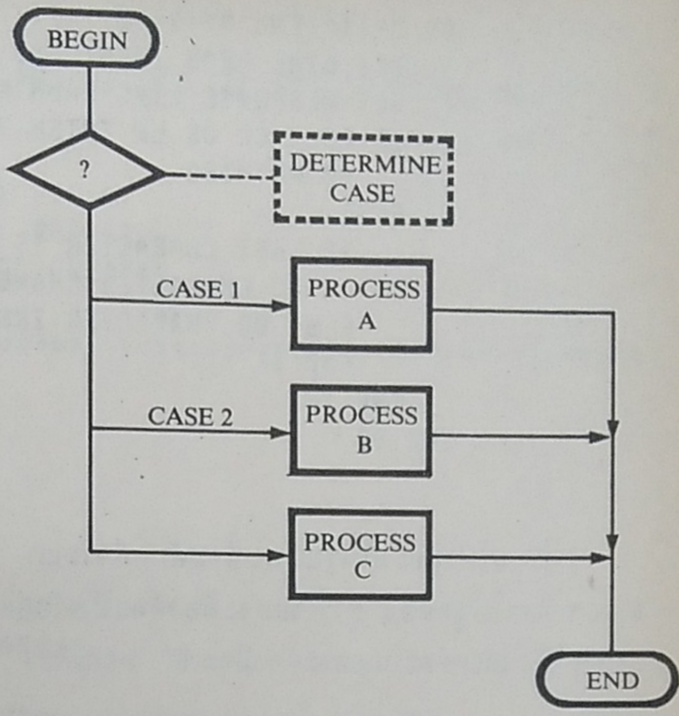
โครงสร้างการเลือกทางใดทางหนึ่ง (SELECT)

โปรแกรมที่เขียนขึ้นทุกกรณีจะสามารถแทนรูปแบบของผังงานโครงสร้างและเขียนโปรแกรมโครงสร้างขึ้นก่อนได้เสมอ ยังมีอีกโครงสร้างหนึ่งซึ่งโดยหลักการแล้วมาจากหลักการของ IF THEN ELSE ซึ่งเป็นลักษณะของการเลือกทางใดทางหนึ่งจากหลาย ๆ ทาง



โดยรูปการนี้แล้วสามารถนำ IF THEN ELSE มาใช้ได้ ลองพิจารณาการเขียนโปรแกรมในรูป IF THEN ELSE ดูก่อน

โปรแกรมตัวอย่างที่กล่าวถึงนี้ เป็นโปรแกรมแสดงการตรวจค่าคีย์ฟังก์ชันดูว่าเป็นคีย์อะไร และการทำงานจะกระทำตามคีย์ฟังก์ชันนั้น ๆ




```
IF KEY=ADRESS SET THEN
   SET HL=ADDRESS VALUE
ELSE
   IF KEY=DATA SET THEN
      SET MCHL=DATA
   ELSE
      IF KEY=GO THEN
         SET PC=ADDRESS VALUE
      ELSE
         IF KEY=INC THEN
            SET HL=HL+1
         END IF
      END IF
   END IF
END IF
```

ด้วยวิธีการนี้ สามารถเขียนโปรแกรมให้อยู่ในรูปใหม่ได้เช่นเดียวกัน ลองพิจารณาจากตัวอย่างในการใช้ SELECT ดูบ้าง

```
SELECT KEY VALUE
   CASE KEY=ADDRESS SET
      SET HL=ADDRESS VALUE
   CASE KEY=DATA SET
      SET MCHL=DATA
   CASE KEY=GO
      SET PC=ADDRESS VALUE
    CASE KEY=INC
      SET HL=HL+1
END SELECT
```

```
DO UNTIL END OF INPUT TEXT
   GET LINE FROM INPUT AND TYPE ON CRT
   GET RESPONSE LINE FROM KEY BOARD, STORE AND ECHO IT
   IF ONLY CR OR LF ENTER THEN
      DO NOTHING
   ELSE
      IF LAST CHARACTER IS LF THEN
         DO CHARACTER CHANGES AND OUT PUT LINE
      ELSE DO CHARACTER INSERTS AND OUT PUT LINE
      END IF
   END IF
END DO
```

การเขียนโปรแกรมในรูปแบบนี้จะต้องพิจารณาหลักการเขียนให้ถูกต้อง การเขียนจะต้องตัดแบ่งเป็นบล็อก ๆ ได้ โดยแต่ละบล็อกจะต้องมีจุดเข้า - ออกเพียงจุดเดียว

เพื่อเข้าใจในลักษณะของโปรแกรมโครงสร้างให้ได้ดียิ่งขึ้น ลองพิจารณารูปแบบของโปรแกรมที่เขียนด้วย pseudo code ของโปรแกรมในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องพิมพ์ คีย์บอร์ด และซีอาร์ที กับคอมพิวเตอร์ดู โดยสมมติว่า ไมโครคอมพิวเตอร์จะอ่านข้อมูลจากเทปหรือดิสค์มาทีละบรรทัดเพื่อทำการตรวจแก้ไข เมื่ออ่านจากเทปหรือดิสค์แล้วจะแสดงผลบนจอซีอาร์ที เพื่อรอรับคำสั่งเกี่ยวกับการแก้ไข ถ้าหากไม่แก้ไขก็จะพิมพ์ LF (Line Feed) หรือ CR (Cariage Return) ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะอ่านข้อมูลบรรทัดต่อไปจนจบ แต่ถ้าบรรทัดใดต้องการแก้ไขโดยทำการแก้เปลี่ยนตัวให้พิมพ์ข้อความที่จะแก้จบด้วย LF ถ้าไม่จบด้วย LF แต่จบด้วยตัวอักษรอื่นจะหมายถึง การแทรกตัวอักษร ลองพิจารณาจากโปรแกรมโครงสร้างที่เขียนเป็น pseudo code

รูปแบบโปรแกรมโครงสร้างใด ๆ ก็ตาม เมื่อเขียนขึ้นแล้วจะต้องแสดงได้เด่นชัด ในเรื่องส่วนของโปรแกรมที่สามารถแยกแยะออกเป็นส่วน ๆ ได้ เพราะลักษณะของโปรแกรมที่อยู่ระดับเดียวกันสามารถแสดงลำดับได้ในบล็อกหนึ่ง เช่น IF.....END IF ก็คือ 1 บล็อก ลองทำการเขียนจากโปรแกรมโครงสร้างให้เป็นผังงานใหม่จะเห็นได้ว่าง่ายต่อการเขียนกลับเป็นผังงานมาก

การเขียนโปรแกรมโครงสร้างร่วมกับภาษาแอสเซมบลี้

ตัวอย่างที่จะกล่าวถึงนี้เป็นตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมโครงสร้างก่อนแล้วทำการเปลี่ยนรูปจากโปรแกรมโครงสร้างกลับมาเป็นโปรแกรมที่เขียนด้วย 8048 assembly โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมการคูณตัวเลขขนาด 8 x 8 บิท โดยไม่คิดเครื่องหมาย

จากบรรทัดที่ 111 ถึง 148 เป็นโปรแกรมโครงสร้างเขียนอยู่ภายใต้เงื่อนไขการ comment เพื่ออธิบายหลักการในโปรแกรมนี้ โดยรูปแบบทั้งหมดเขียนด้วยรูปแบบของภาษาแอสเซมบลี้ คือ มีตำแหน่งหน่วยความจำ (LOC) รหัสภาษาเครื่อง (OBJ) บรรทัดที่ (LINE) และคำสั่ง (SOURCE STATEMENT)

```
  LINE           SOURCE STATEMENT
    111 $INCLUDE(:F1:MPY8)
1 = 112 $INCLUDE(:F1:MPY8.PDL)
2 = 113 ;*************************************************************
2 = 114 ;*                                                           *
2 = 115 ;*        MPY8X8                                             *
2 = 116 ;*                                                           *
2 = 117 ;*===========================================================*
2 = 118 ;*                                                           *
2 = 119 ;*       THIS UTILITY PROVIDES AN 8 BY 8 UNSIGNED MULTIPLY   *
2 = 120 ;*       AT ENTRY:
```

```
2 = 121 ;*        A = LOWER EIGHT BITS OF DESTINATION OPERAND                          *
2 = 122 ;*        XA= DON'T CARE                                                       *
2 = 123 ;*        R1= POINTER TO SOURCE OPERAND (MULTIPIER) INTERNAL MEMORY            *
2 = 124 ;*                                                                             *
2 = 125 ;*      AT EXIT:                                                               *
2 = 126 ;*        A = LOWER EIGHT BITS OF RESULT                                       *
2 = 127 ;*        XA= UPPER EIGHT BITS OF RESULT                                       *
2 = 128 ;*        C = SET IF OVERFLOW ELSE CLEARED                                     *
2 = 129 ;*                                                                             *
2 = 130 ;*******************************************************************************
2 = 131 ;
2 = 132 ;
2 = 133 ;1 MPY8X8:
2 = 134 ;1 MULTIPLICAND[15-8]:=0
2 = 135 ;1 COUNT:=8
2 = 136 ;1 REPEAT
2 = 137 ;2    IF MULTIPLICAND[0]=0 THEN BEGIN
2 = 138 ;3       MULTIPLICAND:=MULTIPLICAND/2
2 = 139 ;2    ELSE
2 = 140 ;3       MULTIPLICAND[15-8]:=MULTIPLICAND[15-8]+MULTIPLIER
2 = 141 ;3       MULTIPLICAND:=MULTIPLICAND/2
2 = 142 ;2    ENDIF
2 = 143 ;2    COUNT:=COUNT-1
2 = 144 ;1 UNTIL COUNT:=0
2 = 145 ;1 END MPY8X8
1 = 146 ;
1 = 147 $EJECT
```

```
LOC  OBJ        LINE       SORCE STATEMENT

           1 = 149 ;1 MPY8X8:
           1 = 150 MPY8X8:
           1 = 151 ;1 MULTIPLICAND[15-8]=0
0035 8A00  1 = 152          MOV     XA,#00
           1 = 153 ;1 COUNT:=8
0037 0008  1 = 154          MOV     COUNT,#8
           1 = 155 ;1 REPEAT
           1 = 156 MPY8MP:
           1 = 157 ;2     IF MULTIPLICAND[0]=0 THEN BEGIN
0039 1243  1 = 158          JOB     MPY8A
           1 = 159 ;3        MULTIPLICAND:=MULTIPLICAND/2
003B 2A    1 = 160          XCH     A,XA
003C 97    1 = 161          CLR     C
003D 67    1 = 162          RRC     A
003E 2A    1 = 163          XCH     A,XA
003F 67    1 = 164          RRC     A
0040 E839  1 = 165          DJNZ    COUNT,MPYOLP
0042 83    1 = 166          RET
           1 = 167 ;2     ELSE
           1 = 168 MPY8A:
           1 = 169 ;3        MULTIPLICAND[15-8]:=MULTIPLICAND[15-8]+MULTIPLIER
0043 2A    1 = 170          XCH     A,XA
0044 61    1 = 171          ADD     A,@R1
```

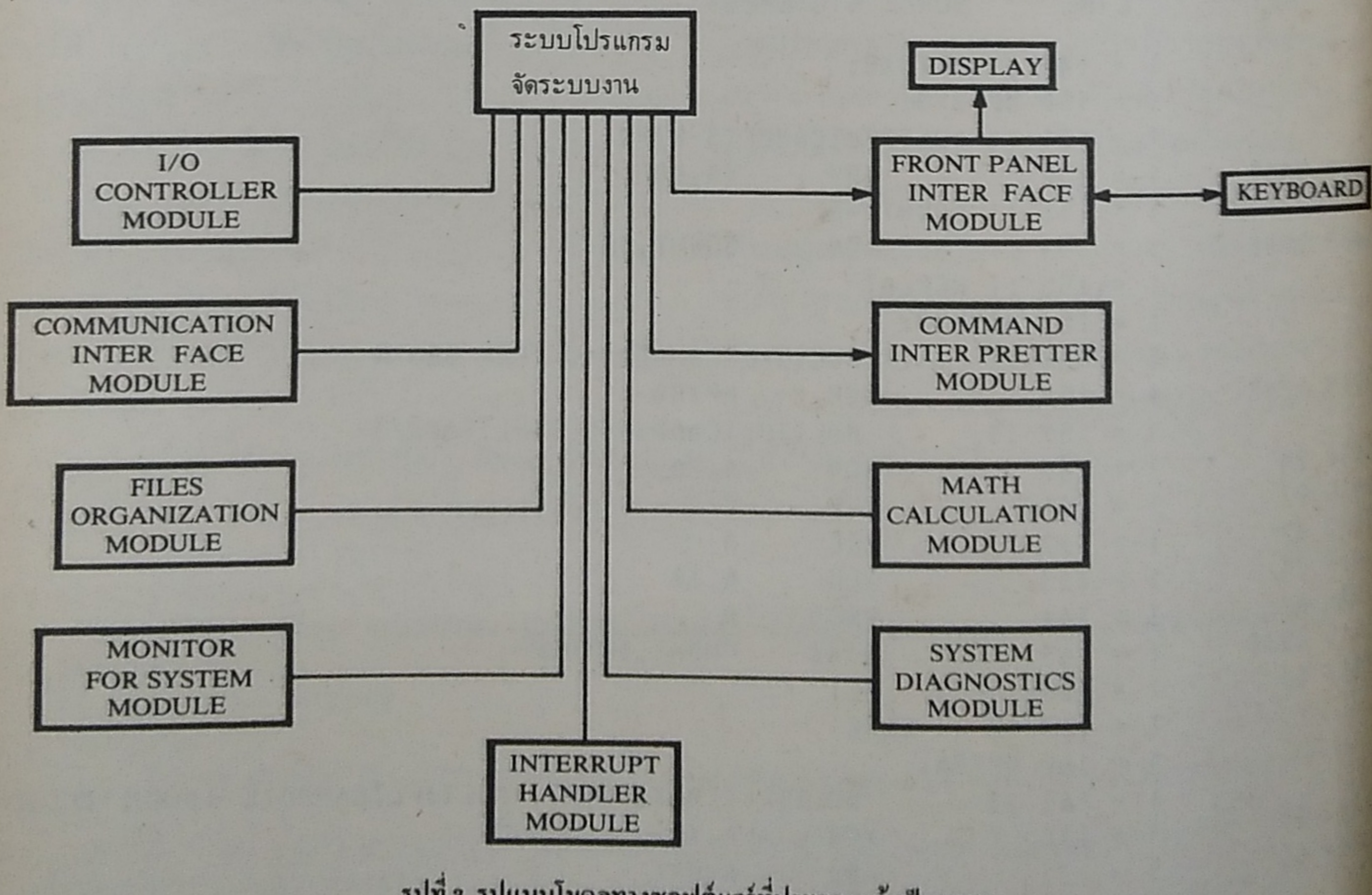
```
0045 67          1 = 172          RRC      A
0046 2A          1 = 173          XCH      A,XA
0047 67          1 = 174          RRC      A
0048 E839        1 = 175          DJNZ     COUNT,MPY8LP
004A 83          1 = 176          RET
                 1 = 177 ;3         MULTIPLICAND:=MULTIPLICAND/2
                 1 = 178 ;2      ENDIF
                 1 = 179 ;2      COUNT:=COUNT-1
                 1 = 180 ;1 UNTIL COUNT=0
                 1 = 181 ;1 END MPY8X8
                 1 = 182 $EJECT
```

การวางโครงสร้างในรูปแบบโมดูลทางซอฟต์แวร์

เมื่อมีลักษณะของโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้น ทางหนึ่งที่นิยมกันคือ จะแยกส่วนของซอฟต์แวร์นั้นออกมาในรูปของโมดูล โดยแต่ละโมดูลจะทำหน้าที่เหมือนกับเป็นโปรแกรมย่อยหนึ่งโปรแกรมนั่นเอง ลองพิจารณาการจัดหาโครงร่างโมดูลของเครื่องควบคุมในอุตสาหกรรมอย่างหนึ่งดู

การจัดวางแต่ละโมดูลนี้โดยหลักการแล้ว แต่ละโมดูลจะมีทางเข้าเพียงทางเดียว และกลับออกมาทางเดียวเช่นกัน การเรียกเข้าในแต่ละโมดูลจึงมีข้อจำกัดความที่น่าสนใจ กล่าวคือ การเรียกโปรแกรมแต่ละโมดูลอาจทำได้ด้วยการ CALL ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเพียงตำแหน่งเดียวโดยมี SYSTEM PARAMETER เป็นตัวกำหนด เช่น

```
LD C, 2 ; SET SYSTEM PARAMETER
CALL FF ; CALL MODULE 02
```



รูปที่ 3 รูปแบบโมดูลทางซอฟต์แวร์ที่ประกอบเข้าเป็นระบบ

```
REM************************************************************
REM************************************************************
REM -- SUBROUTINE TO PRINT SECTION HEADING:

        REM -- CLEAR SCREEN:
9500    PRINT ERASE$ : CURSOR%=FN.CURSOR2%(1,1)

        REM -- PRINT CUSTOMER INFO & SECTION TITLE:
        PRINT TODAYS.DATE$;TAB(LINE.LEN%- \
           LEN(LEFT$(CUSTOMER$,15)));LEFT$(CUSTOMER$,15)
        DUMMY%=FN.MESSAGE%(TITLE$,-1,0,128,TRUE%,0,1)

        RETURN

REM************************************************************
REM************************************************************
REM -- ADD RECORD TO HISTORY FILE:

        REM -- OPEN HISTORY BATCH FILE IF NECESSARY:
9600    IF END #11 THEN 9605
        IF NOT HISTORY.BATCH.OPENED% THEN \
                HISTORY.BATCH.OPENED%=TRUE% :\
                TEMP$="A:"+LAST.CUSTOMER$+"HIST.BAT" :\
                OPEN TEMP$ AS 11 :\
                DUMMY%=FN.EOF%(11,0,TEMP$) :\
                GOTO 9610 \
           ELSE \
                GOTO 9610

        REM -- HERE TO CREATE BATCH FILE:
9605    CREATE "A:"+LAST.CUSTOMER$+"HIST.BAT" AS 11

        REM -- HERE TO CONTINUE PROCESSING:
9610    PRINT #11; \
                TRANS.DATE$, \
                FIELD.INFO$(1), \
                TRANSACTION%, \
                TRAIL$

        RETURN

REM************************************************************
REM************************************************************
REM -- ADD RECORD TO INVOICE FILE:

        REM -- OPEN INVOICE BATCH FILE IF NECESSARY:
9700    IF END #10 THEN 9705
        IF NOT INVOICE.BATCH.OPENED% THEN \
                INVOICE.BATCH.OPENED%=TRUE% :\
                LINE.ITEMS%=0 :\
                OPEN "A:INVOICE.BAT" AS 10 :\
                DUMMY%=FN.EOF%(10,0,"A:INVOICE.BAT") :\
                GOTO 9710 \
           ELSE GOTO 9710

        REM -- HERE TO CREATE INVOICE BATCH FILE:
9705    CREATE "A:INVOICE.BAT" AS 10

        REM -- HERE TO CONTINUE PROCESSING:
9710    LINE.ITEMS%=LINE.ITEMS%+1

        REM -- IF 1ST LINE ITEM ON THIS INVOICE THEN PRINT DATE
        REM -- & CUSTOMER NAME:
        IF LINE.ITEMS%=1 THEN \
           PRINT #10;TODAYS.DATE$,LAST.CUSTOMER$

        REM -- NEXT ADD LINE ITEM DATA:
        TEMP=VAL(FIELD.INFO$(4))*VAL(FIELD.INFO$(6))
        IF VAL(RIGHT$(FIELD.INFO$(2),2)) <= FLOAT(CUT.OFF%) THEN \
                TEMP=FN.ROUND(TEMP,.01) \
           ELSE \
                TEMP=FN.ROUND(TEMP*FACTOR,.01)
        PRINT #10; \
                FIELD.INFO$(1), \       REM -- LOT #
                INVOICE.DESCRIPTION$, \
                FN.ROUND(VAL(FIELD.INFO$(5))*VAL(FIELD.INFO$(6)),.01), \
                TEMP, \ REM -- STORAGE PRICE
                VAL(FIELD.INFO$(6)), \  REM -- QUANTITY
                FIELD.INFO$(3), \       REM -- ITEM TYPE
                FN.ROUND(EXTRA.LABOR,.01), \    REM -- EXTRA LABOR
                EXTRA.LABOR$, \
                RECEIPT$

        REM -- IF FULL INVOICE THEN PREPARE FOR NEW ONE:
        IF LINE.ITEMS%=7 THEN \
                LINE.ITEMS%=0 :\
                PRINT #10;"$$"

        RETURN

REM************************************************************
REM************************************************************
REM -- ENTER THIS ROUTINE TO DO SPECIAL PROCESSING FOR
REM -- LOT'S DATA:

        REM -- DISPATCH TO THE SPECIAL ROUTINE:
%INCLUDE B:PROCESS

REM************************************************************
REM************************************************************
REM -- OPEN FILE ROUTINE:
```

รูปที่ 4 ตัวอย่างโปรแกรมที่เขียนด้วยหลักการโปรแกรมโครงสร้าง

จะเห็นว่า แต่ละโมดูลจะมีหมายเลขกำกับการ CALL โมดูลไหนก็เพียงแต่เรียกไปยังส่วนของโปรแกรมที่ตำแหน่งเดียวโดยกำหนดค่า SYSTEM PARAMETER เอา ก่อนการเรียกอาจกำหนดค่า INPUT data หรือข้อมูลที่ต้องการไปประมวลผล เช่น โมดูลการคำนวณ แปลงเลข BCD เป็นไบนารี่ เราก็ต้องให้อินพุทข้อมูลกับโมดูลซึ่งอาจจะกำหนดไว้ในรีจิสเตอร์ เช่น HL เป็นข้อมูลอินพุท เมื่อกลับออกมาจะได้ข้อมูลเอาท์พุทที่ DE เป็นต้น

ภาษาชั้นสูงกับรูปแบบโครงสร้าง

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานในระดับไมโครคอมพิวเตอร์ ภาษาที่นิยมแพร่หลายกันมากที่สุดเห็นจะได้แก่ ภาษาเบสิค โดยหลักการแล้วตัวภาษาเบสิคเป็นโปรแกรมที่มิใช่ได้รับการออกแบบมาให้เขียนรูปแบบโครงสร้างได้โดยตรง ดังจะเห็นว่าในภาษาเบสิคยังมีคำสั่งเกี่ยวกับ GOTO ที่จะสร้างสปาเก็ตตี้โปรแกรม แต่อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาเบสิคอาจจัดฟอร์มให้อยู่ในรูปโปรแกรมโครงสร้างได้ ลองพิจารณารูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษาเบสิคที่ยกตัวอย่างมาในรูปที่ 4

รูปแบบของโปรแกรมจะใช้การแบ่งบล็อกโปรแกรมด้วยเส้นดอกจันสองเส้นคู่ดังรูป การจัดแบ่งระดับด้วยหลักการของ IF THEN ELSE ทำให้รูปฟอร์มดูได้ง่ายขึ้นมาก การแยกประโยคภาษาเบสิคใช้เครื่องหมาย : แบ่งแยก และเครื่องหมาย / หมายถึงการต่อบรรทัด ซึ่งโครงสร้างที่ได้จึงไม่จำเป็นต้องเขียนผังงานก็ง่ายต่อการอ่าน ลองอ่านโปรแกรมดูซิครับ

ความเคยชินของผู้ใช้คอมพิวเตอร์คือนิสัยที่ยากต่อการแก้ไข

เป็นที่ยอมรับว่ามีโปรแกรมหลายภาษา เช่น PASCAL หรือ PL / M เป็นโปรแกรมที่เป็นภาษาโครงสร้างซึ่งจะทำให้เขียนโปรแกรมโครงสร้างทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ แต่ความคุ้นเคยต่อการใช้ภาษาเบสิคของผู้ใช้ก็ยากต่อการเปลี่ยนความรู้สึกไปใช้โปรแกรมภาษา PASCAL ด้วยเหตุนี้เองภาษาเบสิคก็ยังคงเป็นภาษาที่มีคนใช้กันมาก และผู้สร้างไมโครคอมพิวเตอร์ก็ยากต่อการที่จะงดผลิตเครื่องที่ทำงานด้วยภาษานี้

หากเราไม่สามารถเปลี่ยนนิสัยความเคยชินได้แล้วอย่างน้อยเราก็ควรจะได้ให้ความสนใจกับการเขียนโปรแกรมด้วยหลักการโปรแกรมโครงสร้างดูบ้าง และหาทางนำมาใช้ อย่าลืมว่ายอมลำบากสักนิดตอนเริ่มเขียนจะสบายเมื่อปลายมือ

ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ

ธุรกิจยุ่ง...ยุ่ง...ยุ่ง

ลองนึกถึงธุรกิจที่มีแต่ความวุ่นวายดูสักตัวอย่างหนึ่ง ฝ่ายขายหน้าร้านกำลังง่วนอยู่กับการคิดเงินให้ลูกค้า ลูกค้าบางคนเข้ามาถามว่าสินค้าชนิดนั้นมีไหม ฝ่ายขายเองก็ไม่ทราบ เมื่อขายแล้วฝ่ายขายก็ส่งบิลไปให้ฝ่ายบัญชี ฝ่ายบัญชีก็...เห็นไหมครับไม่ว่าจะนึกถึงการไหลของข้อมูลแบบใดจะเห็นว่าข้อมูลมีการไหลอย่างต่อเนื่องเป็นทอด ๆ และในขณะเดียวกัน ระบบการไหลของข้อมูลต้องง่ายต่อการตรวจสอบ ต่อการประมวลผลหรือสรุปผลให้ดูได้ง่ายรัดกุมไม่ผิดพลาด ไมโครคอมพิวเตอร์จึงเข้ามามีบทบาทในงานเหล่านี้

ย่อให้สั้น เก็บได้เยอะ

ข้อมูลที่ใช้ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์จำเป็นจะต้องจัดให้อยู่ในรูปที่นำเก็บได้ง่าย การเก็บข้อมูลหรือการสร้างข้อมูลได้ยึดหลักการคือ ข้อมูลจะต้องมีความสมบูรณ์ในตัว เมื่อเก็บจะต้องใช้เนื้อที่การเก็บในหน่วยความจำได้น้อย การจัดโครงสร้างข้อมูลก็จะต้องง่ายต่อการค้นหา

ชุดของข้อมูลหนึ่ง ๆ เราเรียกว่า *เอ็นทิที* (entity) ลักษณะของเอ็นทิทีแต่ละตัวจะต้องประกอบด้วยเนื้อหาและตัวข้อมูลดังเช่น

เอ็นทิที	เนื้อหา	ข้อมูล
บุคลากร	ชื่อคน	สมบัติ มีมาก
	อาชีพ	พนักงานขาย
	ที่ทำงาน	บริษัท กขค.
	อายุ	35 ปี
สิ่งของ	ชื่อของ	เกียร์
	รหัส	A57
	ขนาด	5 นิ้ว
	ราคา	100 บาท

ข้อมูลทางด้านธุรกิจก็เช่นกัน จำเป็นจะต้องจัดให้อยู่ในรูปเอ็นทิทีให้ได้การเก็บข้อมูลจึงเก็บข้อมูลในลักษณะของเอ็นทิที เช่น เอ็นทิทีของบุคลากรก็เก็บเฉพาะส่วนของข้อมูลเท่านั้น ดังตัวอย่าง

เรคอร์ดที่	ชื่อ	อาชีพ	ที่ทำงาน	อายุ
010058	สมบัติ มีมาก	พนักงานขาย	บริษัท กขค.	35 ปี

ข้อมูลที่เก็บรวมกันจะเรียกว่า *เรคอร์ด* (record) และหลายเรคอร์ดรวมกันก็จะเรียกว่า *ไฟล์* (file) เพราะฉะนั้นไฟล์คือกลุ่มข้อมูลของเอ็นทิทีหนึ่งนั่นเอง ขนาด



รูปที่ 1 ไมโครคอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตทางธุรกิจ

ของเรคอร์ดจะยาวมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลนั่นเอง การกำหนดข้อมูลบางครั้งจะใช้วิธีทางอักษรย่อ เช่น 0 แทนเพศชาย 1 แทนเพศหญิง เป็นต้น

ข้อมูลในแต่ละเอ็นทิทีอาจสร้างความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเช่น เอ็นทิทีเงินเดือนกับเอ็นทิทีการขาย อาจมีข้อมูลชื่อคนเข้ามาสัมพันธ์กันเป็นต้น การเก็บในแต่ละเอ็นทิทีจึงต้องลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลนั้น แต่ข้อมูลในแต่ละเอ็นทิทีต้องมีความสัมพันธ์กันได้นั่นเอง

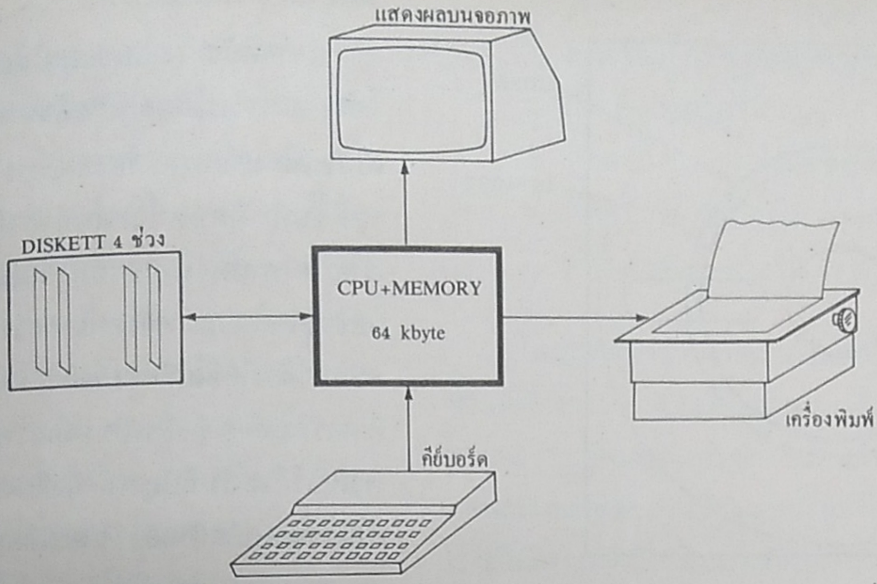
ความจำแค่ไหนจึงจะพอ

ไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาลดลงจากเดิมมาก แต่อย่างไรก็ตามขีดความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์ก็ยังมีขีดจำกัดอยู่อีกมาก หากจะมองไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปใช้งานทั่วไปจะมีข้อจำกัดขึ้นอยู่กับระบบที่เลือกใช้งานนั่นเอง

ไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเมื่อขยายเต็มระบบจะมีขอบเขตการทำงานที่จำกัดอยู่มากในที่นี้จะกล่าวถึงข้อจำกัดของไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 8 บิทโดยอยู่ภายใต้โปรแกรมควบคุมการจัดระบบงานที่มีประสิทธิภาพในปัจจุบัน เช่น CP/M, SOS, RDOS จะมีขีดความสามารถพอเขียนเป็นระบบได้ ดังรูปที่ 2

ขีดจำกัดทางหน่วยความจำปกติจะมีจำกัดเพียง 64k ไบท์ หากมากเกินกว่านี้จะต้องมีวิธีการจัดหน่วยความจำที่ยุ่งยากขึ้น ส่วนจอภาพและแป้นพิมพ์จะมีเพียงชุดเดียว จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเพียงคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้เพียงคนเดียวและทำงานทีละโปรแกรม

ส่วนของหน่วยความจำ 64 k จะได้รับการแบ่งออกเป็นสายโปรแกรม การจัดการทำงานของเครื่องหรือตัวแปลภาษาส่วนหนึ่ง ในกรณีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีดิสเก็ตต์ โปรแกรมส่วนนี้จะเก็บไว้ในรูปของ ROM (Read Only Memory) โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจะมีส่วนของ ROM ตั้งแต่ 4k ขึ้นไปจนถึง 20 - 30kไบท์ ดังนั้นในกรณีของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยความจำได้เต็มที่ 64k จะเหลือที่ลดลงไว้สำหรับให้ผู้ใช้ได้เก็บโปรแกรมเพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์ดังเช่นเครื่อง NEC รุ่น PC8000 ใช้ ROM 24k ถึง 32k ดังนั้นจึงเหลือที่สำหรับผู้ใช้ 32k เครื่อง APPLE II ใช้ ROM ประมาณ 12k ถึง 16k จึงเหลือ RAM ได้ถึง 48k เป็นต้น



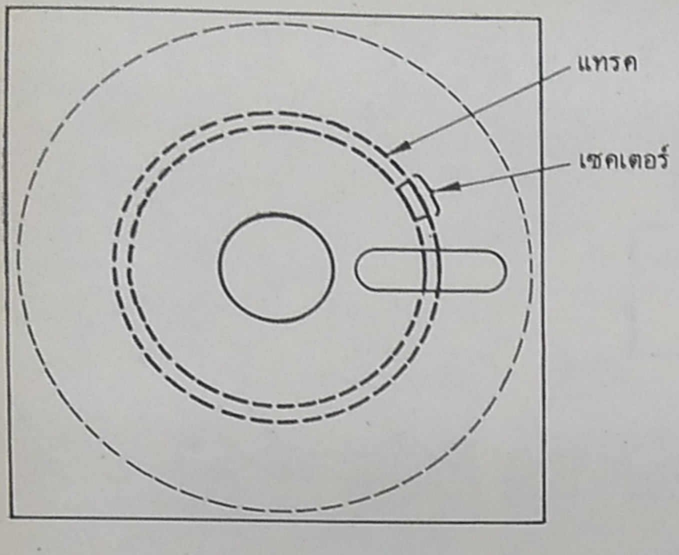
รูปที่ 2 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์



รูปที่ 3 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในทางธุรกิจและมีราคาไม่แพง

หน่วยความจำจำนวนมากเช่น ดิสเก็ตต์ นับเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถสูงขึ้น ในดิสเก็ตต์ 1 ช่อง หรือ 1 หน้าของแผ่นดิสค์จะมีโครงสร้างการเก็บข้อมูลได้โดยแบ่งออกเป็นแทรคหลายแทรคแต่ละแทรคจะแบ่งออกเป็นเซคเตอร์ โดยมีโครงสร้างของดิสเก็ตต์ ดังรูปที่ 4

การเก็บในแต่ละแทรคก็เหมือนกับสายเทปที่ม้วนชนกันเป็นวงกลม ข้อมูลที่เก็บก็อยู่ในลักษณะการเก็บ



รูปที่ 4 โครงสร้างของแผ่นฟลอบปี้ดิสค์

เช่นเดียวกับเทป กล่าวคือ เก็บข้อมูลเรียงต่อกันโดยปกติ ดิสเก็ตต์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว จะมีจำนวนแทรค 40 แทรค แต่ละแทรคมี 16 เซคเตอร์ แต่ละเซคเตอร์เก็บข้อมูลได้ 128 ไบท์ (1 ไบท์ เท่ากับ 8 บิท) ดังนั้นดิสเก็ตต์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว จะเก็บข้อมูลในหนึ่งหน้าได้ เท่ากับ 40 × 16 × 128 ไบท์ แต่ดิสเก็ตต์ที่มีความหนาแน่นสูงจะเก็บข้อมูลได้ถึงเซคเตอร์ละ 256 ไบท์ หรือเก็บข้อมูลได้เป็น 2 เท่า ในดิสเก็ตต์ขนาดใหญ่คือขนาด 8 นิ้วจะมีจำนวนแทรคทั้งสิ้น 77 แทรค แต่ละแทรคมีจำนวนเซคเตอร์ 26 เซคเตอร์ แต่ละเซคเตอร์เก็บข้อมูลได้ 128 ไบท์เช่นกัน ดังนั้นจึงเก็บข้อมูลได้ 77 × 26 × 128 ไบท์ ดังนั้นถ้าเก็บข้อมูลแบบความหนาแน่น 2 เท่า (double density) ก็จะได้ข้อมูลมากขึ้นเป็นสองเท่า ในปัจจุบันโครงสร้างของดิสเก็ตต์สามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งสองหน้า ดังนั้นในดิสเก็ตต์แผ่นใหญ่ขนาด 8 นิ้ว ถ้าเป็นแบบ 2D (Double side Double density) จะเก็บข้อมูลได้ถึง 1 เมกะไบท์ หรือ 1 ล้านไบท์ (1 ไบท์ คือ 1 ตัวอักษร)

ดังนั้นในกรณีที่ไมโครคอมพิวเตอร์ต่อกับดิสเก็ตต์ได้ถึง 4 ช่องก็จะเก็บข้อมูลจำนวนมากได้ 4 เมกกะไบท์

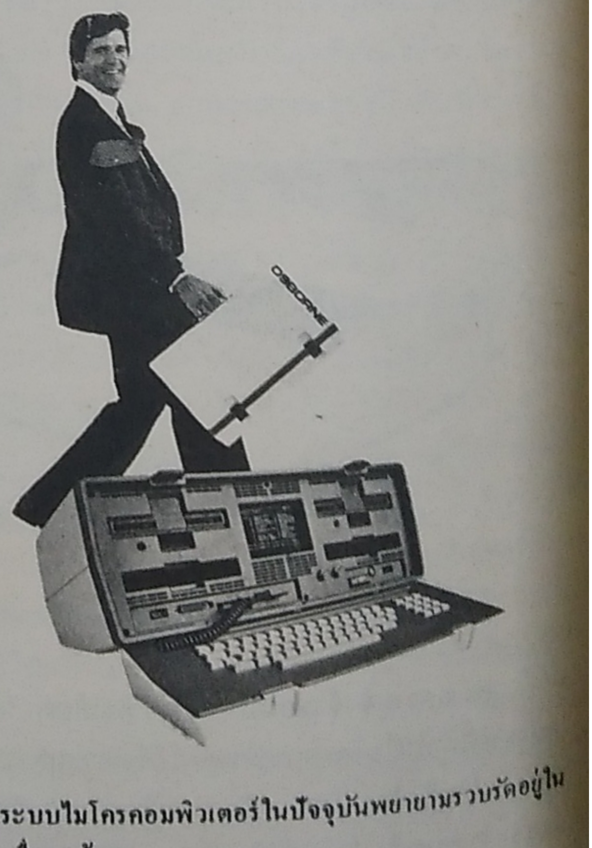
แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากโครงสร้างที่จำกัดนี้เอง จึงทำให้มีผู้หาทางออกให้กับการเก็บข้อมูลจำนวนมากด้วยการใช้ดิสค์แม่เหล็กขนาดใหญ่ (hard disk) ซึ่งมีการเก็บข้อมูลได้มากมาแทนดิสเก็ตต์ และมีแนวโน้มที่จะถูกลงเรื่อย ๆ

ข้อมูลมาก...ดิสค์ก็มาก

จากหลักการเก็บข้อมูลในส่วนดิสเก็ตต์พอเห็นเค้าได้ว่า การเก็บข้อมูลในดิสค์ขนาด $5\frac{1}{4}$ นิ้ว แผ่นหนึ่ง ถ้าเป็นขนาด 40 แทรค 16 เซคเตอร์ และ 1 เรคอร์ดมีขนาด 128 ไบท์ ดิสค์หนึ่งแผ่นก็จะเก็บได้ทั้งสิ้น 40 × 16 เรคอร์ดเท่านั้น หากสำนักงานแห่งหนึ่งต้องการประมวลผลข้อมูลจำนวนเรคอร์ดที่มากกว่า 640 เรคอร์ดนี้ ก็หมายความว่าต้องใช้ดิสเก็ตต์มากกว่า 1 แผ่น และยิ่งถ้ามีจำนวนเรคอร์ดมาก ๆ ยิ่งขึ้นเป็นหมื่นเรคอร์ด การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะเริ่มมีปัญหา ทั้งนี้เพราะต้องใช้แผ่นดิสเก็ตต์เป็นจำนวนมากนั่นเอง และนี่คือปัญหาที่จะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ก่อนที่จะตัดสินใจซื้อเครื่อง

แบ่งข้อมูลเป็นก๊กเป็นเหล่า

ข้อมูลในแต่ละเอ็นทิทีตามที่กล่าวแล้ว อาจต้องนำหลาย ๆ เอ็นทิทีมาสร้างความสัมพันธ์กัน หรืออินเดค (index) ถึงกัน เช่น ไฟล์ข้อมูลบุคลากรกับไฟล์ยอดการขาย เพื่อคำนวณค่าตอบแทนการขาย ความสัมพันธ์ในรูปอินเดคถึงกันนี้จะสัมพันธ์ต่อเนื่องกันจากเอ็นทิทีหนึ่งไปยังอีกเอ็นทิทีหนึ่งเพื่อสร้างรูปแบบการประมวลผลได้ หากข้อมูลมีความสัมพันธ์ในตัวเอ็นทิทีมากและมีข้อมูล



รูปที่ 5 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันพยายามรวบรัดอยู่ในตัวเดียวเพื่อลดต้นทุน

ขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในดิสเก็ตต์ได้หมด ปัญหาในการประมวลผลก็เกิดขึ้น ดังนั้นไมโครคอมพิวเตอร์ (ที่ไม่มีฮาร์ดดิสค์) ที่มีขีดจำกัดในการเก็บข้อมูลจึงต้องพยายามลดความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบที่เกี่ยวข้องกันระหว่างเอ็นทิทีลง ข้อมูลที่ใช้จะต้องพยายามมีอิสระในการทำงานด้วยตัวเอง กล่าวคือถ้าข้อมูลมากเกินดิสเก็ตต์แผ่นเดียวก็ขยายไปหลายแผ่นได้โดยข้อมูลระหว่างแผ่นไม่มีส่วนสัมพันธ์กันมากนัก เช่นข้อมูลของชื่อหนังสือในห้องสมุดและสถานที่เก็บ อาจแบ่งไว้เป็นกลุ่ม หรือแผ่นละตู้หรือหมวด เป็นต้น ข้อมูลของสินค้าคงคลังก็จะเป็นชุดหมวดหมู่โดยแบ่งไว้ตามกลุ่มและเก็บไว้ในแผ่นดิสเก็ตต์เป็นแผ่น ๆ ไป

เพิ่มความเข้าใจด้วยตัวอย่างจริง

ก่อนอื่นอยากทำความเข้าใจว่าเมื่อเริ่มใช้ไมโครฯทางธุรกิจ จงพยายามตีขอบวงการใช้งานให้รัดกุม กล่าวคือ ระบบงานทั้งระบบอาจใหญ่เกินไปสำหรับไมโครฯ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องลดขอบเขตของงานลง เช่น ใช้ไมโครฯในแผนกสินค้าคงคลัง ใช้ไมโครฯในการติดตามหนี้ เป็นต้น แต่หากในอนาคตอันใกล้ ขีดความสามารถของไมโครฯสามารถทำเป็นไมโครฯสำหรับผู้ใช้หลายคนได้แล้ว (multi user) จึงค่อยเอาไมโครฯเหล่านั้นมาใช้แทนทั้งระบบ แต่จากขีดความสามารถในปัจจุบันเป็นไปได้ในรูปแบบการใช้งานเฉพาะอย่างเท่านั้น ตัวอย่างที่จะยกให้ดูในกรณีนี้คือการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในแผนกเงินเดือน

ไมโครฯคิดเงินเดือน

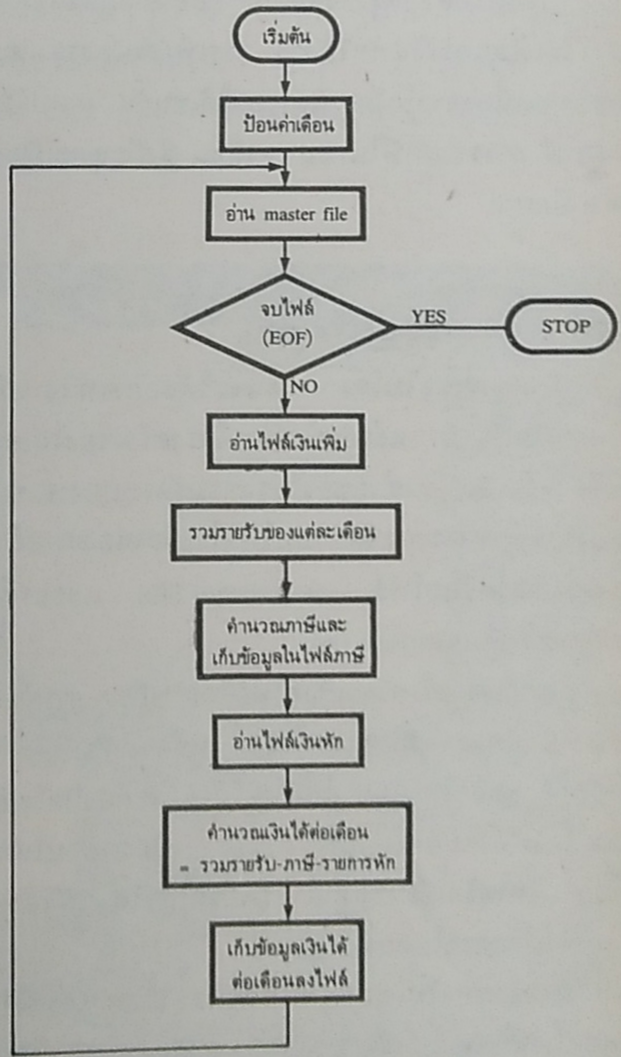
ใช้ไมโครฯในการเก็บข้อมูล คิดภาษีเงินได้ของลูกจ้างแต่ละคน ในแต่ละเดือนทางบริษัทจะหักค่าภาษีเก็บไว้ ภาษีในแต่ละเดือนจะคำนวณโดยประมาณ

ทั้งนี้เพราะเงินได้แต่ละเดือนจะประกอบด้วย เงินเดือนประจำ + ส่วนเพิ่ม - ส่วนหัก ส่วนเพิ่มอาจจะได้แก่ค่าคอมมิสชั่น ค่าเบี้ยขยัน ฯลฯ ส่วนรายการหักอาจจะได้แก่ เงินยืม เงินกู้ ฯลฯ การคำนวณเงินจ่ายแต่ละเดือนจึงต้องคิดกันทุกเดือน การคำนวณภาษีจึงขึ้นอยู่กับรายได้ทั้งหมดในทั้งปี ซึ่งจำต้องมาคิดภาษีกันใหม่อีกครั้งหนึ่งในการปรับยอด

ข้อมูลที่ต้องใช้ ในการทำโปรแกรมเงินเดือน

1. รหัสของลูกจ้างแต่ละคนชื่อลูกจ้าง
2. เงินเดือนของลูกจ้าง
3. รายการเพิ่ม (ค่าล่วงเวลา ค่าคอมมิสชั่น ฯลฯ)
4. รายการหัก (ค่าเงินยืม ฯลฯ)
5. สถานภาพทางครอบครัว จำนวนบุตรธิดา

ในการคำนวณภาษีก็เป็นไปตามกฎหมายภาษีเงินได้ตามหลักเกณฑ์ ซึ่งจะไม่ขอกล่าวถึงในรายละเอียดในขณะนี้ จะเห็นว่าในการทำงานด้วยไมโครฯนั้นข้อมูลในแต่ละเรคอร์ดจะเป็นข้อมูลของลูกจ้างเพียงคน ๆ เดียว เรามิได้เอาลูกจ้างไปสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นมากนัก ดังนั้นหากข้อมูลมีมากก็สามารถแบ่งแยกไปยัง ดิสเก็ตต์ แผ่นต่อ ๆ ไปได้ ข้อมูลต่าง ๆ มิได้มีการอินเดคหรือเกี่ยวข้องกันข้ามแผ่นเลย



รูปที่ 6 ตัวอย่างผังงานการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในแผนกเงินเดือน

ขีดความสามารถของไมโครฯ ควรทำอะไรได้บ้างในกรณีนี้ มาลองดูต่อไปครับ

ไมโครฯควรมีไฟล์หลักซึ่งประกอบด้วยชื่อลูกจ้าง เงินเดือนประจำ สถานภาพการเสียภาษีเป็นต้น ข้อมูลส่วนนี้จะเป็นส่วนหลักในการคำนวณภาษีในแต่ละเดือน และจะนำมาใช้ในการสร้างใบจ่ายเงินเดือน (pay slip)

การประมวลผลไมโครฯจะอ่านจากไฟล์หลักรวมกับเงินเพิ่มในแต่ละเดือนเพื่อคำนวณภาษี และนำเงินได้ทั้งหมดหักภาษีและรายการหักเพื่อสร้างใบจ่ายเงินเดือน

ลองพิจารณาผังการทำงานของไมโครฯดู ตามรูปที่ 6 ผังงานดังกล่าวเป็นผังงานที่เขียนขึ้นอย่างหยาบ ๆ เพื่อให้เห็นว่าข้อมูลในแต่ละไฟล์เป็นข้อมูลที่สร้างความสัมพันธ์กันในลักษณะลูกจ้างแต่ละคนไม่เกี่ยวข้องกับคนอื่น ซึ่งงานในลักษณะนี้จะใช้ไมโครฯ ได้ง่ายและเหมาะสมกว่า

โปรแกรมดังกล่าวจึงต้องมีการป้อนข้อมูลในไฟล์ส่วนเงินเพิ่มและเงินหักได้ง่าย การเพิ่มพนักงานและลดจำนวนเนื่องจากพนักงานลาออกได้เช่นกัน การปรับแต่งภาษี การรวมภาษีในรอบ 12 เดือน ซึ่งมีรายละเอียดอื่น ๆ อีกมาก

การค้นหาข้อมูลโดยใช้ไมโครฯ

งานเด่นของไมโครฯ เห็นจะได้แก่การทำงานที่ค่อนข้างจะรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างของไมโครก็มีขีดจำกัดเช่น ในส่วนของโปรแกรมจัดระบบงานเช่น CP/M มีลักษณะการจัดระบบไฟล์ไว้เพียงสองแบบคือ แบบซีเควียนเชียลไฟล์ (sequential file) และแบบแรนดอมไฟล์ (random file)

ในส่วนของซีเควียนเชียลไฟล์คือการเขียน การอ่านข้อมูลในไฟล์จะเป็นแบบเรียงกันไป หลังจากที่เปิดไฟล์ข้อมูลที่อ่านแล้วจะย้อนมาอ่านใหม่ไม่ได้ จะต้องปิดไฟล์แล้วเปิดไฟล์ใหม่อีกรอบถึงจะอ่านได้ ส่วนแรนดอมไฟล์เป็นการอ่านหรือเขียนข้อมูลในเรคอร์ดใดก็ได้ เป็นการอ่านเขียนโดยตรงไม่ต้องเป็นลำดับ

ข้อเสียของไมโครฯเห็นจะอยู่ที่ตรงไม่สามารถใช้อินเดคไฟล์ได้โดยตรงจำต้องเขียนขึ้นมาจากการใช้ซีเควียนเชียล หรือแรนดอมไฟล์ โปรแกรมการเรียงข้อมูล (sorting) ก็ทำได้ยากและเสียเวลามาก การค้นหาข้อมูลบางครั้งจึงใช้วิธีลิเนียร์เซอร์ช (linear search) คือค้นหาเรียงทีละเรคอร์ดจนกว่าจะพบ หรืออาจใช้วิธีการจัดแบ่งกลุ่มสร้างอินเดค ซึ่งก็สุดแท้แต่ผู้ออกแบบโครงสร้างข้อมูลจะกระทำ

ใช้ไมโครฯต้องคำนึงถึงอะไร ?

ไมโครฯในปัจจุบันราคาถูกลงมากจนเข้ามาท้าทายการใช้งานในหน่วยงานต่าง ๆ ก่อนการใช้หรือตัดสินใจซื้อจะต้องศึกษาระบบไมโครฯให้พอเข้าใจเสียก่อนว่ามีข้อจำกัดการใช้งานเพียงไร และถ้าคิดว่าไมโครฯจะใช้งานได้แล้ว จึงลองตั้งคำถามดูว่า จุดมุ่งหมายของงานเป็นอย่างไร คำตอบที่ได้จะเป็นอย่างไร ข้อดีข้อเสียของการใช้ไมโครฯควรลองทำการวิเคราะห์ระบบที่จะใช้ดูโดยการแบ่งแยกข้อมูลออกมาเป็นระบบไฟล์ การประมวลผลข้อมูลแต่ละเรคอร์ด ผลลัพธ์หรือเอาท์พุทที่ต้องการเมื่อลองดูรูประบบแล้ว อย่าลืมว่าไมโครฯในปัจจุบันเป็นคอมพิวเตอร์ชนิด ผู้ใช้ได้คนเดียว ขณะป้อนข้อมูลเข้า คอมพิวเตอร์จะทำงานอื่นอีกไม่ได้ ดังนั้นถ้าในรอบการทำงานเช่นในแต่ละเดือนของแผนกเงินเดือน จะต้องมีการป้อนข้อมูลเงินค่าล่วงเวลาและรายการหักมากกว่าหมื่นเรคอร์ด ก็ลองคิดคะเนดูว่าจะเสียเวลาป้อนกี่วันกี่เดือน ถ้าใช้คนป้อนคนเดียว เพราะสิ่งเหล่านี้จะเป็นข้อจำกัดนั่นเอง

งานธุรกิจที่อาจนำเอาไมโครเข้ามาช่วย

- **การขายสินค้า** ทำหน้าที่รับใบสั่งซื้อจากลูกค้า และออกใบรับสินค้าให้ลูกค้าบันทึกข้อมูลวิเคราะห์ยอดขาย เปลี่ยนแปลงระบบสินค้าคลัง (ตัดสต๊อก)

- **งานออกใบเสร็จรับเงิน และวิเคราะห์ยอดขาย** รับใบสั่งสินค้าที่กรอกเรียบร้อยแล้วจากระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง จัดทำใบแจ้งหนี้และรายงานสำหรับฝ่ายบริหาร วิเคราะห์ยอดขายของพนักงาน ของลูกค้า และสินค้าต่าง ๆ

- **บัญชีรายรับ** รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับใบแจ้งหนี้และรับเงินจากลูกหนี้ พร้อมจัดทำรายงานประจำเดือนต่าง ๆ

- **บัญชีรายจ่าย** รับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสั่งซื้อสินค้าจากผู้ผลิตต่าง ๆ และจัดทำเช็ค การจ่ายเงิน พร้อมทั้งรายงานการใช้เงินสดด้วย

· การจ่ายเงินเดือนและวิเคราะห์พนักงาน รับข้อมูลจากบัตรทำงานของพนักงานและรายงานอื่น ๆ จากนั้นก็จะจัดทำเช็คจ่ายเงินเดือน รายงานการจ่ายเงินเดือน และวิเคราะห์ผลงานของพนักงานแต่ละคน

· บัญชีทั่วไป รับข้อมูลจากบัญชีรายรับ บัญชีรายจ่าย บัญชีเงินเดือน และข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ จัดทำใบสรุปรายงานค่าใช้จ่ายให้ฝ่ายบริหารทราบ

โปรแกรมสำเร็จรูปอาจช่วยได้

ในต่างประเทศมีบริษัทผู้ผลิตซอฟต์แวร์ขายอยู่เป็นจำนวนมาก โปรแกรมดังกล่าวอาจมีราคาแพงเมื่อเทียบกับราคาทางฮาร์ดแวร์ และข้อเสียอย่างหนึ่งคือระบบงานทางธุรกิจในเมืองไทยส่วนใหญ่อาจไม่ตรงกับในต่างประเทศ การวางรูประบบที่แตกต่างกันนี้เองพอจะทำได้สองทางคือ ปรับปรุงข้อมูลของธุรกิจให้เข้ากับโปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งเป็นเรื่องที่ทางบ้านเราไม่ค่อยยอมรับนัก กับการแก้ไขโปรแกรมสำเร็จรูปให้เข้ากับบ้านเรา ซึ่งก็เป็นเรื่องที่ค่อนข้างเป็นไปได้ยาก เพราะเราขาดผู้มีความสามารถในการปรับแต่งโปรแกรมสำเร็จรูปนั้น ๆ นั่นเอง ด้วยเหตุนี้โปรแกรมใช้งานบางส่วนจึงต้องเขียนกันขึ้นใหม่และก็ต้องเสียเวลามากพอควร

นอกจากนี้การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต้องศึกษาอีกมาก การอ่านคู่มือที่มีมาเป็นภาษาอังกฤษก็เข้าใจได้ยาก โปรแกรมสำเร็จเหล่านั้นจึงดูน้อยค่าลงไปมาก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัทผู้ขายก็พยายามที่จะเปิดการอบรมการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อให้ผู้ใช้ได้คุ้นเคยมากขึ้นนั่นเอง

สำนักงานอัตโนมัติกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์

ปัจจุบันได้มีการนำเอาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในรูปแบบเป็นเครื่องใช้สำนักงานมากขึ้น เช่นใช้เป็นเครื่องพิมพ์ดีดอัตโนมัติ (word processing) เครื่องบันทึกช่วยจำ เครื่องประมวลข้อมูลการบริหารสำนักงาน เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ดัดแปลงมาจากไมโครคอมพิวเตอร์เช่นเครื่องส่งข้อมูลทางสาย (Tele Text) เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ล้วนแล้วแต่จะทำให้ระบบสำนักงานดูจะเป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้นทุกที



รูปที่ 7 โปรแกรมสำเร็จรูปที่อยู่บนแผ่นดิสเก็ตต์

บทเรียนที่ควรแก่การศึกษา

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นของใหม่ และตื่นตัวอย่างรวดเร็วในระยะสองสามปีที่ผ่านมานี้ การนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ส่วนใหญ่ ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก ทำให้ผู้ใช้พบกับความยุ่งยากอยู่เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้างานที่ใช้มีขอบเขตที่เกินขีดความสามารถและต้องหาเทคนิคและวิธีการอื่นมาช่วย ซึ่งจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความสามารถการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อใช้งานในบ้านเราก็ยังเป็นไปได้ช้า จึงจำเป็นต้องสั่งจากต่างประเทศ และส่วนใหญ่อาจไม่เหมาะสมกับบ้านเรา



รูปที่ 8 การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องพิมพ์ดีดอัตโนมัติ (word processing)

ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ แฟชั่น การนิยมตามกันหรือการที่แข่งขันกันในด้านความเชื่อ หรือนึกคิดว่าคอมพิวเตอร์คือ ผู้วิเศษที่ทำงานอะไรก็ได้ จนกลายเป็นโรคคอมพิวเตอร์ขึ้นสมอง การนำเอาเข้ามาทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีความสามารถในการใช้หรือเรียนรู้วิธีใช้ หรือใช้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ผลที่เกิดขึ้นก็เป็นอย่างที่เรา ๆ ท่าน ๆ เห็นกันเป็นส่วนใหญ่คือ ไมโครฯก็กลายเป็นเพียงเครื่องเล่นเกมไปเท่านั้นเอง

บุคลากรนับว่าเป็นปัญหาหลักการเรียนรู้ทางไมโครฯ เป็นเรื่องที่ไม่ยากอีกต่อไปแล้ว แต่การพัฒนาจำนวนบุคลากรหรือผู้ใช้ให้มีประสิทธิภาพจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกระทำก่อนการเป็นเจ้าของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ปัญหาการดัดแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถกระทำได้โดยสะดวก หรือแม้แต่การประยุกต์ด้วยไมโครก็จะมีมากขึ้นนั่นเอง

แต่อย่างไรก็ดีอนาคตของไมโครคอมพิวเตอร์ในเมืองไทยก็ยังดูสดใส ดังจะเห็นได้จากการสนใจใฝ่หาความรู้ การมีโรงเรียนเอกชนเปิดสอนไมโครคอมพิวเตอร์กันมากมาย มีบริษัทขายไมโครคอมพิวเตอร์ผุดขึ้นเป็นดอกเห็ด สิ่งเหล่านี้เป็นลางบอกอนาคตได้ว่า ไมโครฯ คงจะเบ่งบานได้และดูสดใสกว่าที่เป็นอยู่อย่างที่เห็นเป็นแน่ และเราท่านทั้งหลายก็หวังว่าการลงทุนเกี่ยวกับไมโครฯ คงจะคุ้มค่ามากขึ้น และเกิดประโยชน์อย่างจริงจังกับประเทศชาติในที่สุด

ระบบฐานข้อมูลภาษาไทย กับไมโครคอมพิวเตอร์

ชีวิตประจำวันของชาวไทยเราเกี่ยวข้องกับข้อมูลภาษาไทยทั้งสิ้น ในบ้านก็ต้องมีข้อมูลการใช้จ่าย การเก็บสิ่งของ ในร้านขายของหรือห้างสรรพสินค้าก็ต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการซื้อขาย การเก็บรักษา ในธุรกิจก็เต็มไปด้วยข้อมูลทั้งทางด้านบัญชีและการบริหารในหน่วยงานของรัฐประจวบไปจนถึงหน่วยงานบริหารของกรมกองต่าง ๆ ก็เต็มไปด้วยข้อมูล ถ้าลองนึกดูว่าถ้าข้อมูลทั้งหมดต้องเข้ามาเก็บในตัวคอมพิวเตอร์โดยให้คอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผล ค้นหาแยกแยะให้ ถ้าข้อมูลดังกล่าวทั้งหมดเป็นภาษาอังกฤษหมดจะมีปัญหาเพียงใด

ระบบฐานข้อมูลที่เป็นภาษาไทยย่อมสร้างความเจริญให้แก่ประเทศชาติเป็นอย่างดี ในระบบของนักบริหารการเรียกหาข้อมูลที่ต้องการใช้เพื่อตัดสินใจต้องกระทำอย่างรวดเร็ว ในระบบธุรกิจต่อการแข่งกับเวลาต้องออกบิลออกหลักฐานให้ลูกค้าได้ทันทีโดยที่ไม่ต้องให้ลูกค้ารอนาน

ความสำคัญของ "ระบบฐานข้อมูลภาษาไทย จึงนับว่าจะเพิ่มบทบาทที่สำคัญขึ้นเรื่อย ๆ แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้างภาษาไทยก็ยังเป็นโครงสร้างที่ยุ่งยากไม่มีมาตร-ฐาน มีหลายระดับที่เกี่ยวกับการจัดอักขระ มีความสำคัญต่อลำดับการป้อนข้อมูล เช่น ค ก่อน 1 หรือ 1 ก่อน ค มีปัญหาต่อการจัดลำดับตามพจนานุกรม

ระบบข้อมูลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กับจานแม่เหล็ก

สืบเนื่องจากข้อจำกัดต่อการใช้งานในการเก็บข้อมูลของแผ่นจานแม่เหล็กโดยแผ่นจานแม่เหล็กขนาด 5 นิ้วจะเก็บข้อมูลในระบบ single side single density ได้เพียงประมาณ 100,000 ตัวอักษร แต่อย่างไรก็ดีปัจจุบันความหนาแน่นของการเก็บข้อมูลก็เริ่มที่จะทำให้หนาแน่นยิ่งขึ้น ระบบฐานข้อมูลจึงต้องหาทางเก็บข้อมูลให้มีประ-สิทธิภาพมีเนื้อที่ในการเก็บน้อย มีการค้นหาข้อมูลได้ง่าย สามารถเรียกข้อมูลออกมาได้อย่างถูกต้อง สามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ง่ายโดยที่ข้อมูลตัวอื่นไม่สูญหายไปด้วย

โครงร่างของไฟล์

ในระบบความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่จะกล่าวถึงนี้คือ relational data base ส่วนของข้อมูลจะเก็บไว้ในรูปไฟล์เสมือนตารางสองมิติ โดยความสัมพันธ์ของข้อมูลจะมีความสัมพันธ์ในเชิง row และ column

พิจารณาตัวอย่างของไฟล์ ๆ หนึ่ง

	คอลัมน์ 1	คอลัมน์ 2	คอลัมน์ 3
แถวที่ 1	ID	ชื่อคนไข้	รหัสโรค
แถวที่ 2	230125	มะลิ บุญเกิด	7413
แถวที่ 3	230258	ดวงใจ นาเลิศ	6148
	⋮	⋮	⋮

ในแต่ละแถวจะมีชื่อเรียก record

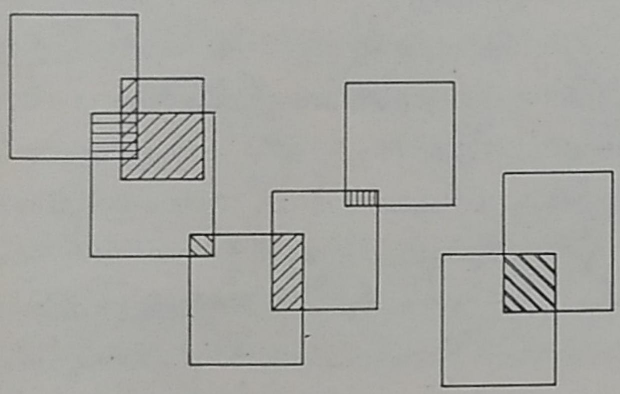
ในแต่ละคอลัมน์มีชื่อเรียกว่า *ฟิลด์* (field)

ในแต่ละฟิลด์จะมีชื่อกำกับบอกไว้ ดังนั้น ในส่วนของฐานข้อมูลจะมองเห็นเป็นตัวแปรที่จะนำมาใช้ต่อไป

สังเกตว่าการเกี่ยวข้องกับข้อมูลจะเกี่ยวข้องเป็นตัว ๆ โดยแต่ละ record จะมีความหมายในตัวเองโดยไม่เกี่ยวข้องกับลำดับของ record

ลักษณะของข้อมูลในฐานข้อมูล

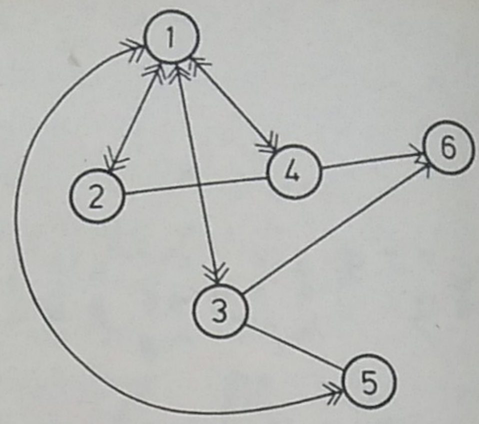
ระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยไฟล์จำนวนหลาย ๆ ไฟล์ที่มีการจัดระบบข้อมูลในไฟล์ไว้ดีแล้ว การจัดระบบข้อมูลในไฟล์จะต้องไม่มีการซ้ำซ้อนของข้อมูลระหว่างไฟล์ต่าง ๆ และต้องเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูล ทำการค้นหาได้ง่าย เพิ่มเติม หรือลบออกก็ทำได้โดยถูกต้องไม่ทำให้ข้อมูลอื่นเสียหาย



รูปที่ 1 เมื่อไฟล์หลาย ๆ ไฟล์ประกอบรวมกันเป็นฐานข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมด คือ กรอบสี่เหลี่ยมทั้งหมด ส่วนของข้อมูลที่ซ้ำซ้อน คือ ส่วนของข้อมูลที่แลเงาไว้ การเก็บดังกล่าวอาจแยกอิสระเป็นไฟล์เลยก็ได้แต่มีส่วนชี้แสดงความสัมพันธ์ถึงกัน เช่น ระบบฐานข้อมูลของภาควิชาของสถาบันหนึ่งอาจเก็บได้เป็นดังรูปที่ 2

1. ไฟล์อาจารย์
2. ไฟล์นักเรียนปริญญาโท
3. ไฟล์นักเรียนปริญญาตรี
4. ไฟล์โครงงานนิสิต
5. ไฟล์วิทยานิพนธ์
6. ไฟล์นักเรียนเก่า



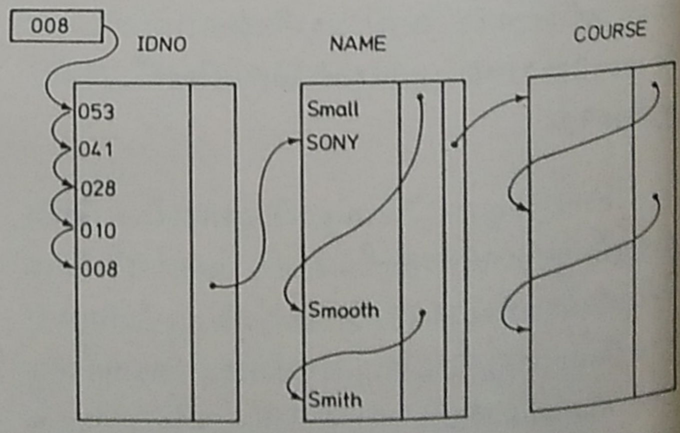
รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ของไฟล์แต่ละไฟล์

สมมติว่าไฟล์อาจารย์อาจประกอบด้วยฟิลด์ต่าง ๆ ดังนี้ ชื่อ, ตำแหน่ง, เงินเดือน, ที่อยู่ ฯลฯ เป็นต้น ส่วนในไฟล์นักเรียนนั้นในไฟล์ของนักเรียนก็ต้องมีตัวชี้ว่ามีใครเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา หรือในไฟล์วิทยานิพนธ์ก็อาจจะต้องมีตัวชี้ว่าใครเป็นคนทำงานชิ้นนั้น เป็นต้น

โดยปกติเราอาจเก็บชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาไว้ในไฟล์ของนักเรียนเลยก็ได้แต่จะทำให้เสียเนื้อที่การเก็บข้อมูลมากขึ้น ดังนั้น เราจึงต้องหาทางสร้างตัวชี้ เพื่อแยกแยะข้อมูลในแต่ละ record ตัวอย่างเช่น เลขประจำตัว ชื่อสกุล และแยกที่อยู่ อายุ เงินเดือน ออกจากกันไปอีกไฟล์หนึ่ง แต่จะมีคีย์คอยชี้บอกถึงความสัมพันธ์

โครงสร้างข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

โดยปกติความสัมพันธ์ของแต่ละไฟล์จะมีส่วนของตัวชี้ที่จะบอกว่าอยู่ที่ใดในไฟล์อื่น ๆ เช่น เมื่อแบ่งแยกไฟล์ออกเป็น 3 ไฟล์ คือ IDNO, NAME และ COURSE โดยแต่ละไฟล์จะมีตัวชี้บ่งบอกว่าข้อมูลที่จะสัมพันธ์ด้วยอยู่ที่ใด เช่น



รูปที่ 3 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

โครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลตามรูปที่ 3 ประกอบด้วย 3 ไฟล์ ในแต่ละไฟล์ เช่น ในไฟล์ NAME ก็จะมีการจัดเรียงกันในไฟล์โดยมีตัวบอกว่า record ถัดไปไปอยู่ที่ไหน

กรณีที่ต้องการหาข้อมูล เช่น ID 008 ว่ามีชื่ออะไรและเรียง COURSE อะไร ลักษณะการค้นหา คือจะใช้ค้นหาในไฟล์ IDNO ทีละ record จะพบก็จะได้ตัวชี้ว่าชื่ออะไร และโยงต่อว่าเรียนวิชาอะไร เป็นต้น

ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์มีขีดจำกัดทางด้านความจุของข้อมูลเพราะจานแม่เหล็กให้ความจุอยู่ในสเกลแสนตัวอักษรเท่านั้น การจัดวางระบบฐานข้อมูลที่ไม่ใหญ่โตนักย่อมเป็นไปได้

สำหรับข้อมูลของฐานข้อมูลส่วนใหญ่มักมีภาษาไทยเกี่ยวข้อง ทางห้องปฏิบัติการวิจัยได้ทำการพัฒนาฐานข้อมูลโดยสร้างฟังก์ชันการรับรู้ภาษาไทยในโปรแกรมสำเร็จรูป (DMBS - data base management system) ซึ่งสามารถจัดระบบฐานข้อมูลภาษาไทยได้ การจัดลำดับการค้นหาหรือแม้แต่การจัดรูปแบบการพิมพ์สามารถทำได้โดยง่าย การออกแบบระบบฐานข้อมูลก็ทำได้โดยไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ภาษา BASIC มาก่อนเลย ระบบฐานข้อมูลภาษาไทยดังกล่าวสร้างปรากฏการณ์ที่ง่ายต่อผู้ใช้เป็นอย่างมาก

บทสรุป

ระบบฐานข้อมูลจะเข้ามามีบทบาทในเกือบทุกวงการ ระบบฐานข้อมูลจึงถือได้ว่าเป็นส่วนของการที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ามากที่สุด การพัฒนาการทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์จะทำให้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาไม่แพงนักแต่ทำงานได้เกินคุ้ม และเราท่านคงจะเห็นไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องต่อเราอย่างมากในอนาคตอันใกล้นี้

ไมโครคอมพิวเตอร์ กับงานธุรกิจ

ไมโครคอมพิวเตอร์ได้พัฒนามาถึงจุดที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น การทำงานได้รวดเร็วมาก การตื่นตัวและแข่งกันโฆษณาเป็นไปค่อนข้างมาก จนทำให้ผู้ใช้หรือผู้ที่ไม่ได้อยู่ในวงการคอมพิวเตอร์มักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก

"ไมโครคอมพิวเตอร์" คำพูดที่ได้ยินเสมอ ๆ

ไม่ว่าจะอยู่ในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม หรือแม้แต่ในบ้าน เรามักจะได้ยินได้ฟังคำว่า *ไมโครคอมพิวเตอร์* อยู่เสมอ ๆ ไมโครคอมพิวเตอร์ก็เป็นเพียงอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ตัวหนึ่งที่ทำงานตามคำสั่ง หากเปรียบเทียบ



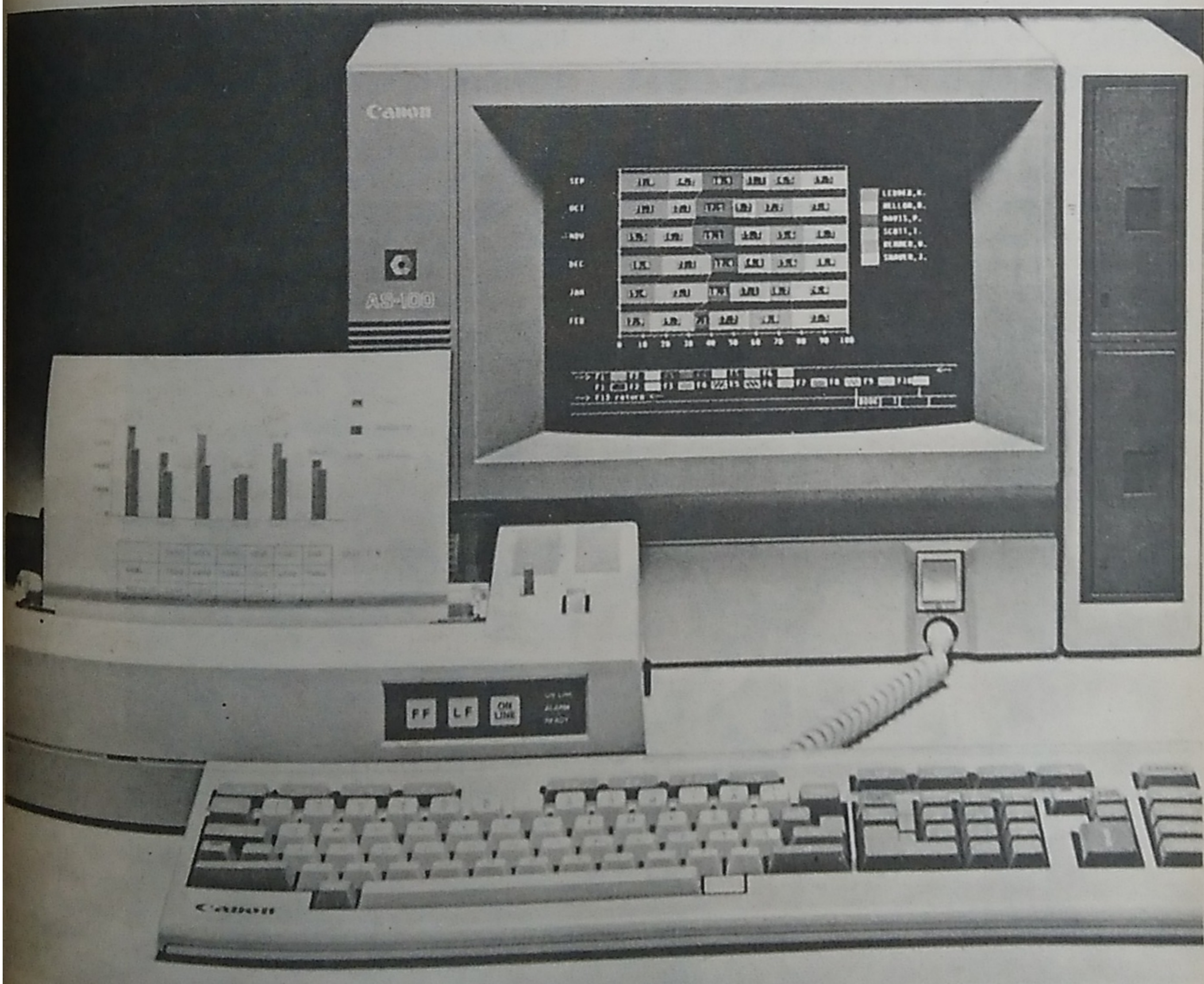
รูปที่ 1 ไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถนำติดตัวไปไหนมาไหนได้

ไมโครคอมพิวเตอร์กับหุ่นยนต์ มันก็เป็นเพียงหุ่นยนต์ที่ทำงานตามคำสั่ง ที่รับรู้และเข้าใจในภาษาที่มีขอบเขตจำกัด ดังนั้น การให้คอมพิวเตอร์ทำงานมันจะทำงานได้ดีเพียงไร จึงขึ้นอยู่กับการสั่งงาน การทำงานหรือการสั่งงาน จะต้องมีขอบเขตที่มันสามารถทำได้เท่านั้น

รูปแบบของไมโครคอมพิวเตอร์

ในยุคไมโครคอมพิวเตอร์ตอนแรกเริ่ม การออกแบบไมโครคอมพิวเตอร์มักเป็นระบบแยกส่วน แต่เพื่อแข่งขันกันด้านราคาต้นทุน ในระยะหลังรูปแบบของไมโครจะอยู่ในลักษณะการรวมกันที่เรียกว่าเบ็ดเสร็จ (all in one) กล่าวคือ อุปกรณ์ประกอบ เช่น คีย์บอร์ด ซีอาร์ทีเทอร์มินัล ดิสเก็ตต์ และเครื่องพิมพ์จะรวมกันอยู่ และสามารถตั้งอยู่บนโต๊ะทำงานได้เพียงตัวเดียว ไมโครคอมพิวเตอร์จึงดูสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น

ไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันจะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า ซีพียู และหน่วยความจำ คีย์บอร์ด และเทอร์มินลซีอาร์ที ดิสเก็ตต์ และเครื่องพิมพ์ โดยปกติการใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์จะใช้ได้เพียงคนเดียว และเครื่องก็จะทำงานได้เพียงครั้งละงาน กล่าวคือ เมื่อเครื่องกำลังทำงานอะไรอยู่ ก็จะนำไปใช้อย่างอื่นไม่ได้ เช่น ขณะที่เครื่องกำลังพิมพ์งานทางเครื่องพิมพ์มันก็จะไม่รับข้อมูลทางคีย์บอร์ด



รูปที่ 2 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ประกอบเป็นชุด

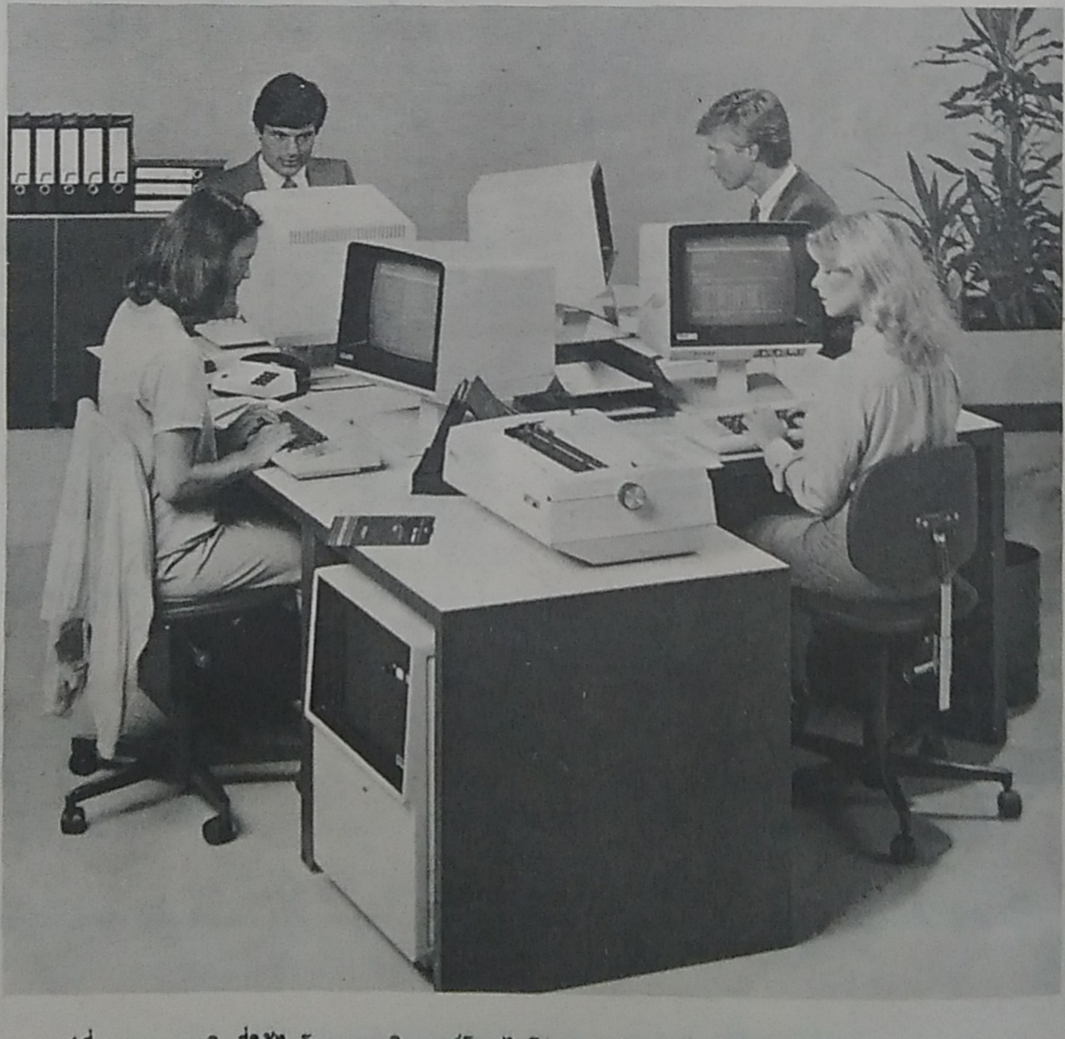
ข้อจำกัดพื้นฐานของไมโครคอมพิวเตอร์

หากพิจารณาในแง่ข้อมูล โดยต้องการให้คอมพิวเตอร์ค้นหาข้อมูลให้ทันทีทันใดในการขายสินค้าของห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง หรือพนักงานองค์การโทรศัพท์ต้องการทราบหมายเลขโทรศัพท์ เพื่อตอบข้อถามของผู้ต้องการทราบโดยทันทีทันใด ไมโครคอมพิวเตอร์จะช่วยได้หรือไม่ ขีดจำกัดของไมโครคอมพิวเตอร์ที่สำคัญจึงอยู่ที่ความสามารถในการเก็บบันทึกข้อมูลจำนวนมาก และความเร็วในการทำงาน

ประเด็นขีดความจุของข้อมูลที่เห็นชัด คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับ ดิสเก็ตต์ ในการเก็บข้อมูลจำนวนมาก ดิสเก็ตต์ในปัจจุบันจะเก็บข้อมูลในช่วงประมาณตั้งแต่ 100K ไบท์ ถึง 1M ไบท์ (100000 ตัวอักษรถึง 1 ล้านตัวอักษร) การเก็บข้อมูลนี้จึงเสมือนข้อมูลหลักที่จะนำมาใช้ แต่อย่างไรก็ดี หากข้อมูลมากกว่า 1 ล้านตัวอักษร ก็จำเป็นต้องใช้ดิสเก็ตต์มากกว่า 1 แผ่น นั่นหมายถึงข้อยุ่งยากในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลเพื่อการค้นหา ปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กจึงหันมาแก้ไขด้วยการใช้วินเชสเตอร์ดิสค์ (Winchester Disk) ซึ่งเป็นดิสค์ที่เก็บข้อมูลได้เป็นจำนวนมาก โดยขนาดของมันสามารถเก็บได้สูงถึง 20 ล้านตัวอักษรได้

ขีดจำกัดทางด้านความเร็วเป็นปัญหาสำคัญเพราะไมโครคอมพิวเตอร์ใช้อุปกรณ์ ซีพียูที่ทำมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ ดังนั้นหากให้ซีพียูแบ่งเวลาทำงานให้กับหลายผู้ใช้ (multi user) ความรู้สึกของผู้ใช้จะเห็นว่าไม่สะดวกต่อการทำงานทันที ประจวบกับราคาของไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลง จึงไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างระบบที่แบ่งกันใช้งานดังกล่าว

นอกจากนี้ไมโครคอมพิวเตอร์ยังเป็นเทคโนโลยีที่ค่อนข้างใหม่ ระบบทางซอฟต์แวร์ยังตามไม่ทัน ขีดความสามารถของระบบจะขึ้นกับส่วนของซอฟต์แวร์มากพอสมควร ดังนั้น จึงเป็นส่วนสำคัญประเด็นหนึ่งที่จำกัดการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3 ระบบธุรกิจที่ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์โดยไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละตัวจะทำงานเฉพาะอย่าง

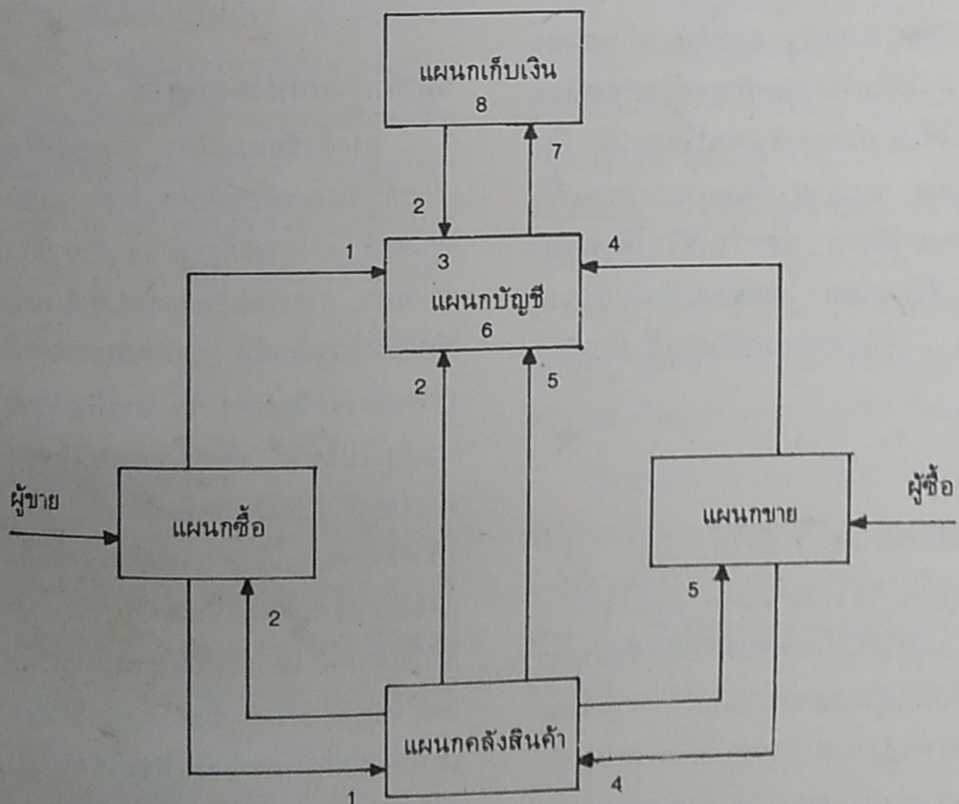
8 บิท VS 16 บิท

ไมโครคอมพิวเตอร์ในยุคแรกส่วนใหญ่เป็นขนาด 8 บิท กล่าวคือการประมวลผลภายในซีพียูในขั้นพื้นฐานจะกระทำทีละ 8 บิท ดังนั้น การทำงานอาจล่าช้าอยู่บ้าง แต่โครงสร้างโดยทั่วไปจะไม่ยุ่งยาก ทำให้ราคาทางฮาร์ดแวร์ไม่แพงเกินไป ขีดความสามารถในการทำงานร่วมกับหน่วยความจำหลักในการเก็บข้อมูล และในการที่ให้ซีพียูทำงานได้โดยตรงจึงมีจำกัด โดยทั่วไปจะมีขนาดเพียง 64 Kไบท์ (หกหมื่นสี่พันตัวอักษร) นั่นหมายความว่าเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและโปรแกรม โดยปกติในพื้นที่ 64Kไบท์นี้ จะเก็บโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแปลคำสั่งภาษา เช่น เบสิค ประมาณ 24-30 Kไบท์ ที่เหลือจะเป็นที่สำหรับเก็บโปรแกรมสำหรับผู้ใช้ ซึ่งก็มีพื้นที่ไม่มากนัก แต่สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ขนาด 16 บิทมีขีดความสามารถสูงกว่า เพราะซีพียูประมวลผลข้อมูลได้ครั้งละ 16 บิท จึงทำให้ทำงานได้เร็วกว่า นอกจากนี้ขีดความสามารถทางการต่อร่วมกับหน่วยความจำก็มีมากขึ้น การใช้งานก็คล่องตัวมากกว่า

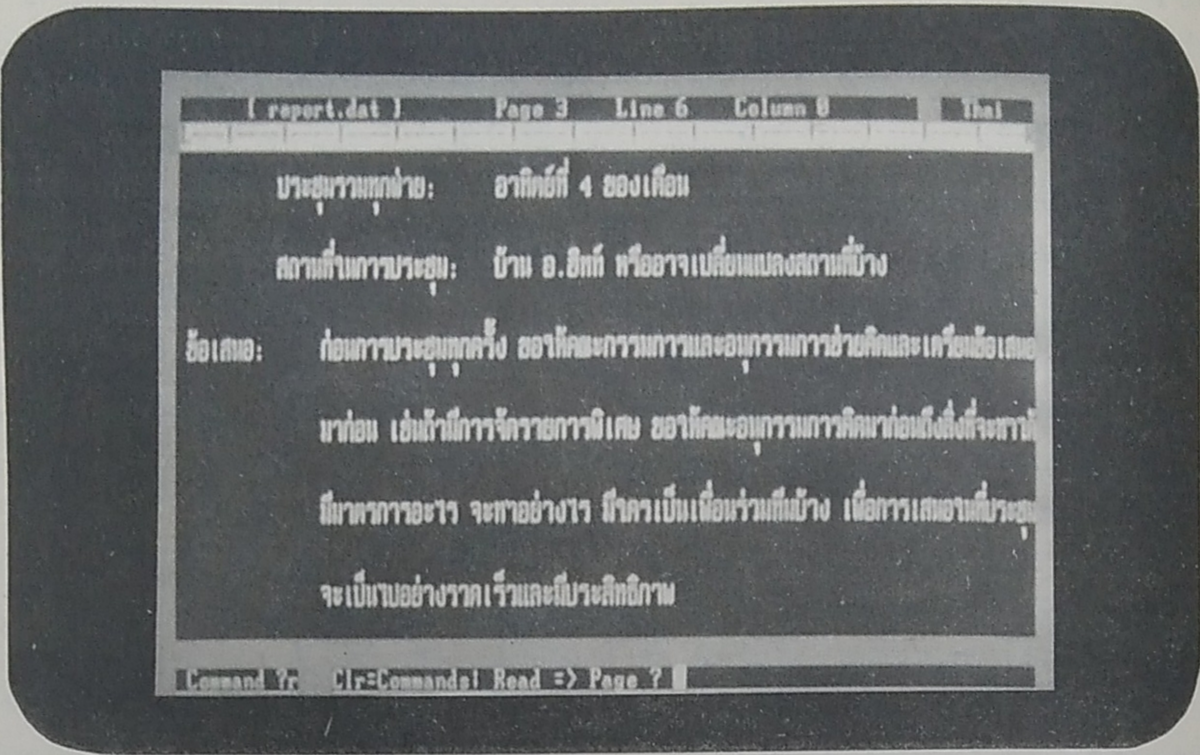
ลักษณะงานทางธุรกิจที่อาจสร้างปัญหาเมื่อนำไมโครไปใช้

งานทางธุรกิจส่วนใหญ่ต้องการข้อมูลที่จะต้องมาประมวลผลเป็นจำนวนมาก และมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น ข้อมูลชุดหนึ่งหรือไฟล์หนึ่ง จะต้องสัมพันธ์กับอีกไฟล์หนึ่ง เช่น ไฟล์การออกบิลให้ลูกค้า จะต้องสัมพันธ์กับบัญชีรายรับและบัญชีสินค้าคงคลัง เป็นต้น เมื่อเป็นเช่นนี้ และข้อมูลแต่ละชุดมีเป็นจำนวนมาก ก็จะสร้าง

1. เมื่อแผนกซื้อตัดสินใจซื้อสินค้า ส่งสำเนาไปสั่งซื้อให้แผนกส่งสินค้า และแผนกบัญชี
2. เมื่อแผนกคลังสินค้าได้รับสินค้าแล้ว แจ้งแผนกซื้อและแผนกบัญชี
3. แผนกบัญชีตรวจสอบ 1 และ 2 แล้วดำเนินการจ่ายเงิน
4. เมื่อแผนกขายได้รับใบสั่งซื้อจากผู้ซื้อส่งใบสั่งของให้แผนกคลังสินค้า และส่งสำเนาใบสั่งของให้แผนกบัญชี
5. เมื่อแผนกคลังสินค้าส่งสินค้าให้ผู้ซื้อแล้ว แจ้งแผนกขายและแผนกบัญชี (ให้ข้อมูลด้านทุนสินค้าขายด้วย)
6. แผนกบัญชีตรวจสอบ 4 และ 5
7. แผนกบัญชีแจ้งแผนกเก็บเงินดำเนินการเก็บเงิน
8. แผนกเก็บเงินเก็บเงินได้แล้วแจ้งแผนกบัญชี



รูปที่ 4 ตัวอย่างไดอะแกรมโครงสร้างข้อมูล แสดงการไหลของข้อมูลอย่างง่าย



รูปที่ 5 การประมวลผลข้อมูลภาษาไทยมีส่วนสำคัญจากภาพเป็น Thai Word Processing

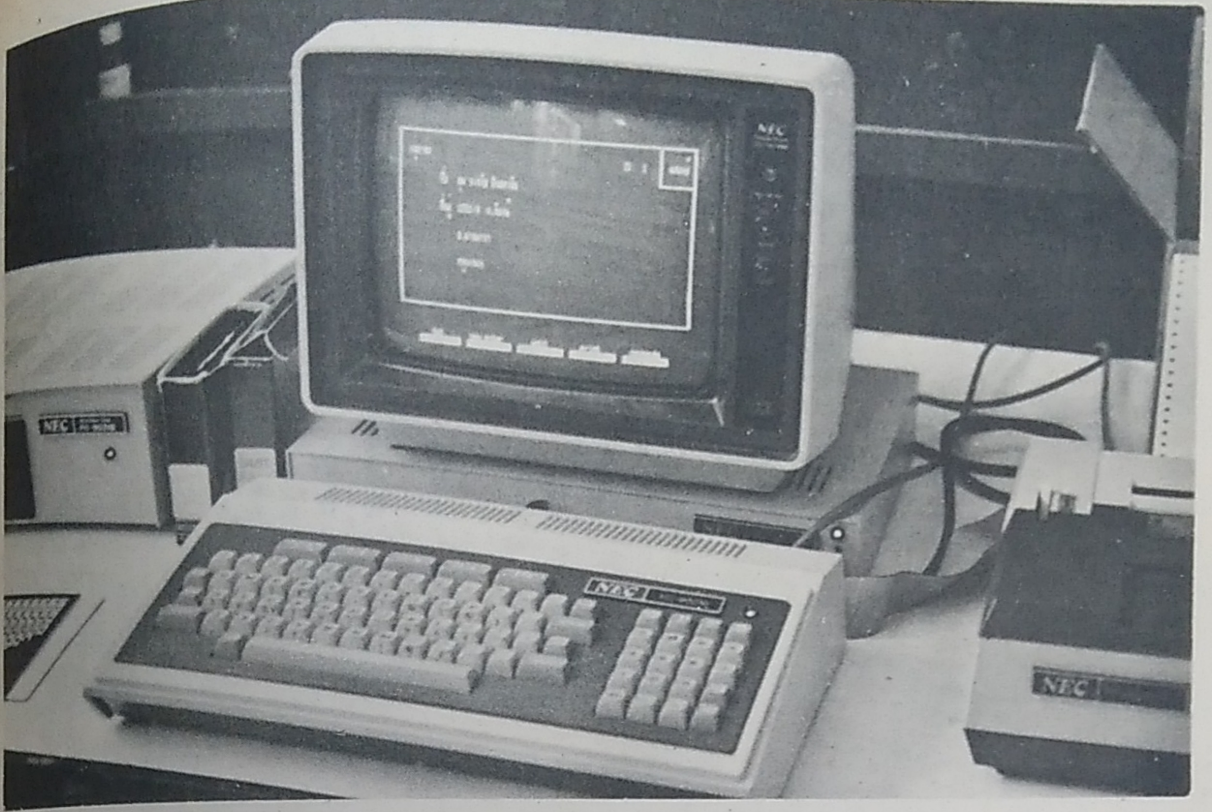
ความยุ่งยากของการใช้งาน กล่าวคือ การประมวลผลแต่ละครั้งจำต้องอาศัยข้อมูลจากข้อมูลไฟล์อื่น ๆ การค้นหาข้อมูลจึงอาจเสียเวลา ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้งานได้ เพื่อตัดปัญหาข้อยุ่งยากดังกล่าว นักออกแบบระบบซอฟต์แวร์จึงต้องคำนึงถึงปัญหาดังกล่าว และตัดการไหลของข้อมูลเป็นส่วน ๆ เพื่อให้ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมที่จะเข้ามาช่วยได้ เช่น ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการทำเป็นเครื่องรับเงินสด (cash register) ในหน่วยการขายเพื่อรับและส่งข้อมูลให้หน่วยอื่น ๆ ต่อหรือใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการทำบัญชีเงินเดือน โดยมียอดเบิกจ่ายมาจากบัญชีรายจ่ายอยู่แล้ว มิได้มีการนำเอาข้อมูลเข้าสัมพันธ์กันอย่างอัตโนมัติ

ผู้ขายคอมพิวเตอร์มักจะบอกว่าทำได้

หากท่านกำลังคิดจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ ท่านอาจจะถามผู้ขายไมโครคอมพิวเตอร์ถึงปัญหาบางอย่าง คำตอบที่ได้รับมักจะลงเอยว่าทำได้ ทำขึ้นโดยที่ทางผู้ขายเองก็ไม่มีความรู้ทางด้านธุรกิจของท่านด้วยซ้ำ การพิจารณาจึงควรกระทำอย่างละเอียด รอบคอบ ลองพิจารณาระบบว่าข้อมูลที่ต้องการมีอะไรบ้าง มีรูปฟอร์มเอาท์พุทที่ต้องการอย่างไร มีจำนวนข้อมูลที่เก็บอย่างไร การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละตัวจะเป็นไปได้รวดเร็วเพียงไร ข้อยุ่งยากในการใช้ และปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้

ปัญหาส่วนหนึ่งอยู่ที่ผู้ใช้

หากตั้งข้อสมมติว่า คนของบริษัทท่านยังไม่รู้เรื่องเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์เลย เมื่อท่านมีไมโครคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ดังกล่าวจะเป็นอย่างไร โดยความเป็นจริงแล้ว การเรียนรู้ทางคอมพิวเตอร์เป็นเรื่องที่เป็นไปได้โดยไม่ยากเย็นนัก แต่หากพิจารณาว่างานที่ทำอยู่เป็นงานที่ค่อนข้างจะรัดตัวอยู่มาก การที่จะเข้ามาศึกษาอย่างจริงจังคงเป็นไปไม่ได้ และด้วยเหตุนี้จึงต้องอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับในเมืองไทยโปรแกรมสำเร็จรูปยังไม่มีบริษัทซอฟต์แวร์ที่ทำงานด้านนี้จริงจัง จึงต้องอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปที่มาจากต่างประเทศ การเรียนรู้วิธีการใช้ก็มีข้อจำกัด เพราะคู่มือส่วนใหญ่เขียนเป็นภาษาอังกฤษและไม่ค่อยจะสมบูรณ์ จึงมักมีปัญหาในการใช้งานอยู่เสมอ รูปแบบของงานที่จะใช้กับโปรแกรมสำเร็จรูปก็อาจต้องดัดแปลงแก้ไข ซึ่งโดยทั่วไปของการวางระบบในตอนแรก ซึ่งหากไม่เรียบร้อยก็จะสร้างความยุ่งยากต่อไป



รูปที่ 6 การประมวลผลเก็บข้อมูลภาษาไทยเพื่อส่งไปรษณีย์ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อไรจึงควรเริ่ม

หากไม่ลองก็ไม่รู้ ซึ่งเป็นคำตอบที่มักจะได้ยินได้ฟังเสมอ ๆ ปัจจุบันไมโครคอมพิวเตอร์ราคาถูกมาก ถูกจนกระทั่งสามารถนำมาใช้เล่นเกมในบ้าน ใช้เรียนรู้หรือทำการศึกษาทดลองได้ การใช้ในทางธุรกิจก็เช่นเดียวกัน ไมโครคอมพิวเตอร์บางเครื่องมีราคาเพียงสามหมื่นสี่หมื่น ซึ่งก็มีดิสเก็ตต์หนึ่งตัวกับตัวคอมพิวเตอร์ หากต้องการเพิ่มเครื่องพิมพ์ก็เพิ่มด้วยเงินอีกเพียงสองสามหมื่นบาท หากจะคิดว่าเป็นการลองหรือเพื่อฝึกหัดบุคลากรก็พอจะเป็นได้

อนาคตกับการใช้งานในเมืองไทย

การใช้งานในเมืองไทย มีข้อแตกต่างกับของต่างประเทศหลายประเด็น ในข้อแรก คือ เรื่องการรับข้อมูลเข้าประมวลด้วยตัวอักษรภาษาไทย ภาษาไทยเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ประจวบกับข้อมูลภาษาไทยมีข้อยุ่งยากในเรื่องการจัดระดับของตัวอักษร การจัดเรียงตามตัวอักษร ดังนั้นข้อมูลภาษาไทยจึงไม่สามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูปที่มาจากต่างประเทศได้เลย ความสำคัญ และปัญหาจึงอยู่ที่ผู้ประยุกต์ใช้งาน โปรแกรมสำเร็จรูปที่จำเป็นพื้นฐานทางภาษาไทย ก็ได้แก่เครื่องช่วยพิมพ์ข้อมูลภาษาไทย (Thai Word Processing) ระบบฐานข้อมูลภาษาไทย (Thai Data Base) และระบบการคำนวณข้อมูลและการสร้างเอาท์พุทด้วยภาษาไทย (Thai Super calculation) เป็นต้น โดยปกติโปรแกรมสำเร็จเหล่านี้มีในต่างประเทศแล้ว แต่ยังไม่มีใครนำมาประยุกต์เข้ากับภาษาไทยอย่างจริงจัง จึงทำให้การใช้งานยังไม่แพร่หลาย หรือเกิดประโยชน์เท่าที่ควร

ข้อแตกต่างของการใช้งานในเมืองไทย เมื่อเทียบกับต่างประเทศอีกข้อหนึ่งคือ ฐานความรู้ทางเทคโนโลยีด้านนี้ แต่อย่างไรก็ตาม การตื่นตัวทางเทคโนโลยีในเมืองไทย นับเป็นนิมิตที่ดีสำหรับเทคโนโลยีด้านไมโครคอมพิวเตอร์

การพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย

ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมาก ในปี พ.ศ.2524 ได้มีการสำรวจตัวเลขกันอย่างโดยประมาณว่า ทุกบริษัทที่ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ได้ผลิตไมโครโปรเซสเซอร์ออกขายมียอดรวมกันถึง 146 ล้านชิ้น และแนวโน้มทางด้านนี้ก็เพิ่มขึ้นในอัตราก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ไมโครคอมพิวเตอร์ได้แตกลูกหลานไปอย่างรวดเร็วมีบริษัทที่ผลิตไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งญี่ปุ่นและอเมริกาเกิดขึ้นเป็นจำนวนร้อยจำนวนพัน

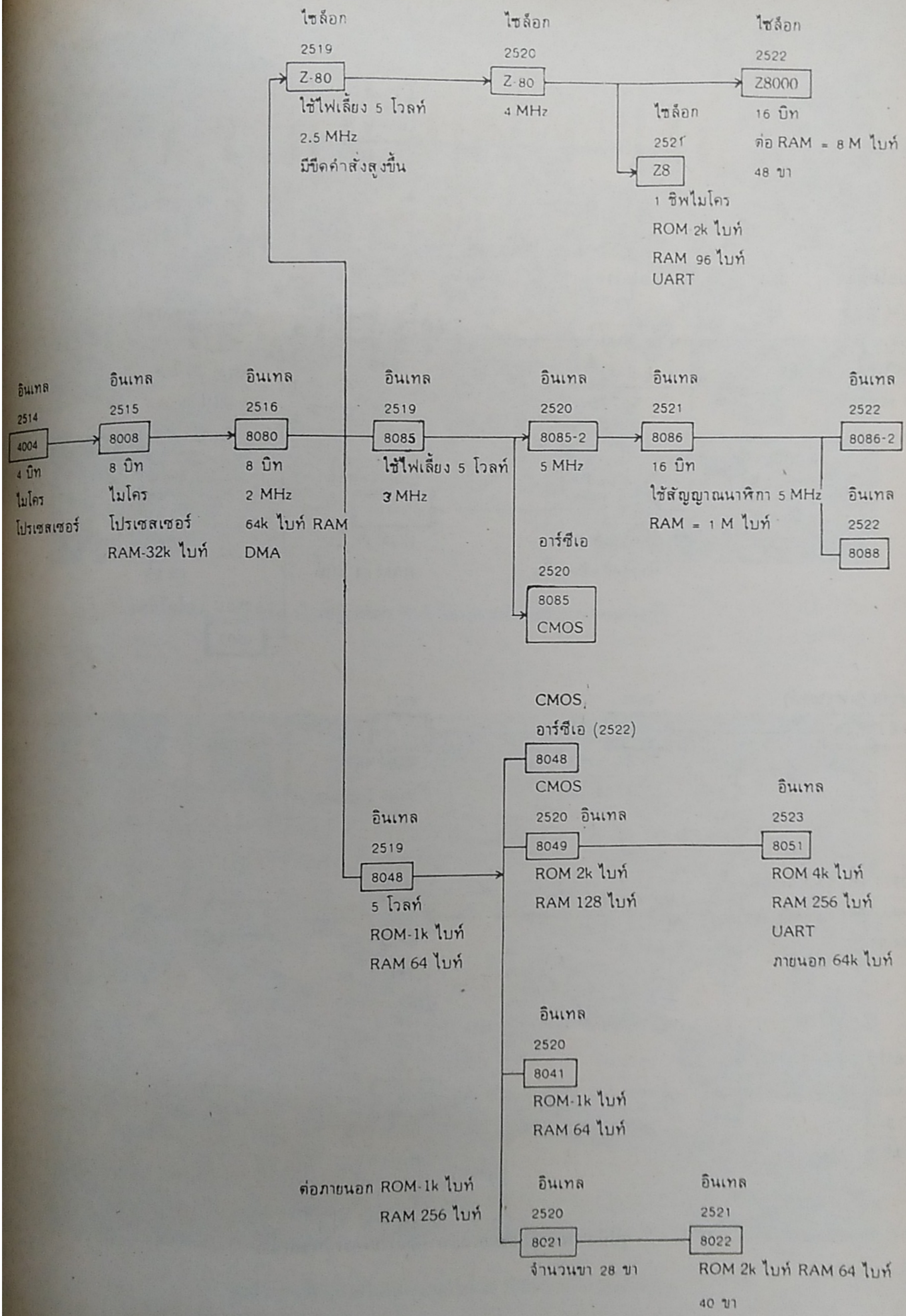
การพัฒนาทางไมโครคอมพิวเตอร์พอแยกแยะเป็นสองแขนง แขนงหนึ่งเป็นการพัฒนาทางฮาร์ดแวร์ ซึ่งในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นการพัฒนาในรูปแบบเชิงสถาปัตยกรรมของไมโครโปรเซสเซอร์และอุปกรณ์สนับสนุน แนวการพัฒนาทางฮาร์ดแวร์ของไมโครโปรเซสเซอร์แสดงได้ถึงไดอะแกรม รูปที่ 1 สำหรับทางซอฟต์แวร์นั้นดูเหมือนว่าอเมริกาจะเป็นประเทศที่พัฒนาซอฟต์แวร์ทางการค้าสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์อย่างรวดเร็ว เช่น โปรแกรมระบบจัดการ (OS) สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ เช่น CP/M MSDOS UNIX ล้วนแล้วแต่พัฒนาโดยบริษัทอเมริกัน หรือแม้แต่ภาษาต่าง ๆ ที่ใช้ในไมโคร เช่น microsoft BASIC FORTRAN COBOL ก็ดีก็เช่นกันที่พัฒนาโดยบริษัทอเมริกัน

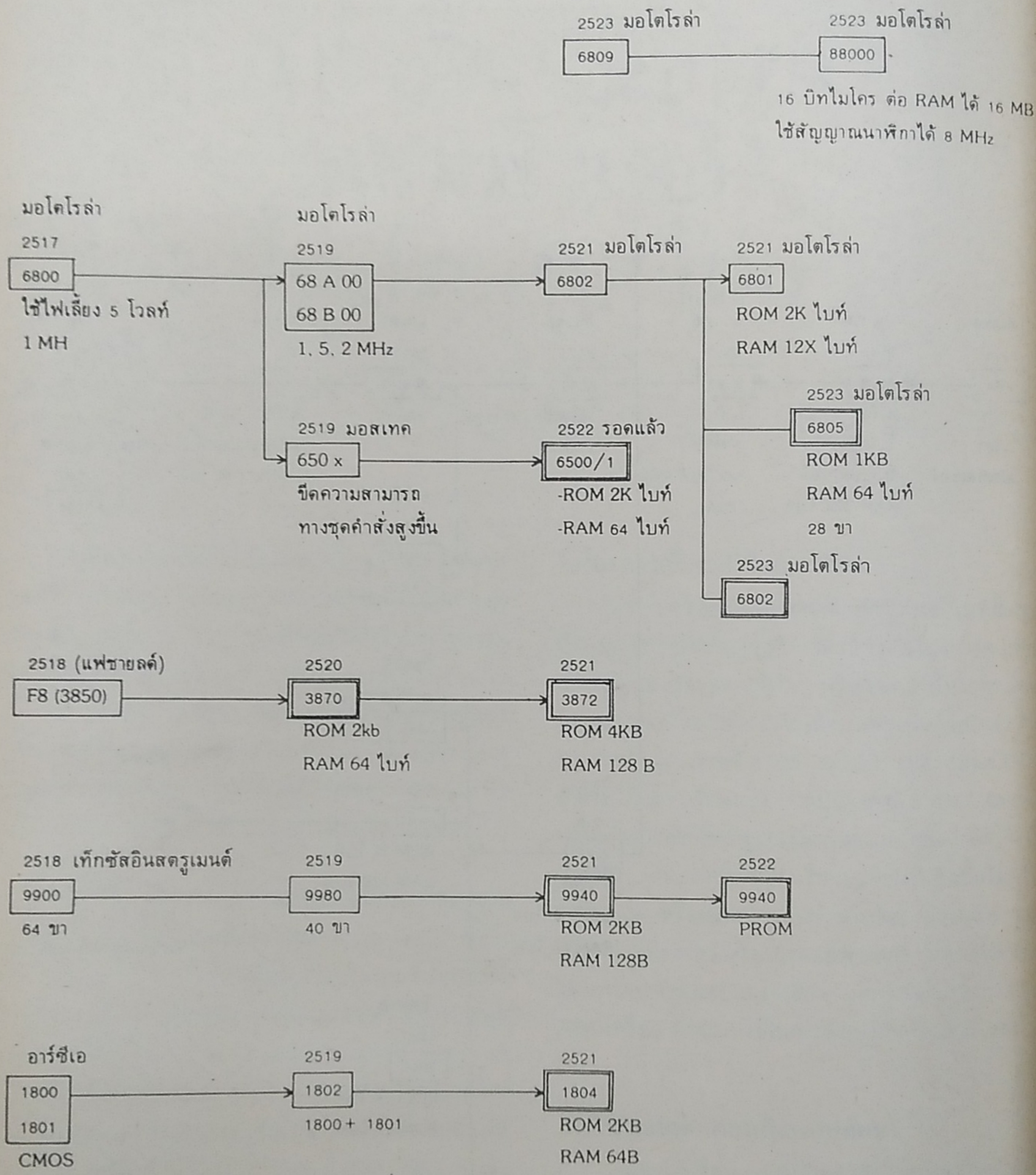
ไมโครคอมพิวเตอร์ในเมืองไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศนำเข้าซึ่งเทคโนโลยีขั้นสูง ปัจจุบันมีบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวข้องกับไมโครคอมพิวเตอร์มีประมาณ 80 บริษัท บริษัทเหล่านี้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์เป็นบริษัทขนาดเล็ก และเพิ่งดำเนินธุรกิจทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์ มากกว่า 95% เป็นบริษัทขายไมโครคอมพิวเตอร์ อีกประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือเป็นบริษัทที่ขายอุปกรณ์สนับสนุน เช่น ดิสเก็ตต์ เป็นต้น นอกจากนี้ก็มีโรงเรียนเอกชนที่เกิดขึ้นในการสนับสนุน หรือเปิดสอนทางด้านไมโคร อีกประมาณ 2 บริษัท ที่มีการสร้างไมโครคอมพิวเตอร์ แต่ก็เป็นเพียงไมโครคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว และป้อนโปรแกรมด้วยภาษาเครื่อง ซึ่งนำมาใช้ในการศึกษากันเป็นส่วนใหญ่

ไมโครคอมพิวเตอร์กับสถานศึกษา

ในสถานศึกษาระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยที่ทำการสอนวิชาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าทุกแห่งมีการสอนในวิชาทางไมโครคอมพิวเตอร์กันแล้วทั้งสิ้น วิชาที่สอนกันส่วนใหญ่ก็ได้แก่ไมโครโปรเซสเซอร์ เทคนิคการอินเตอร์เฟส การประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิค การเขียนโปรแกรมสำหรับ

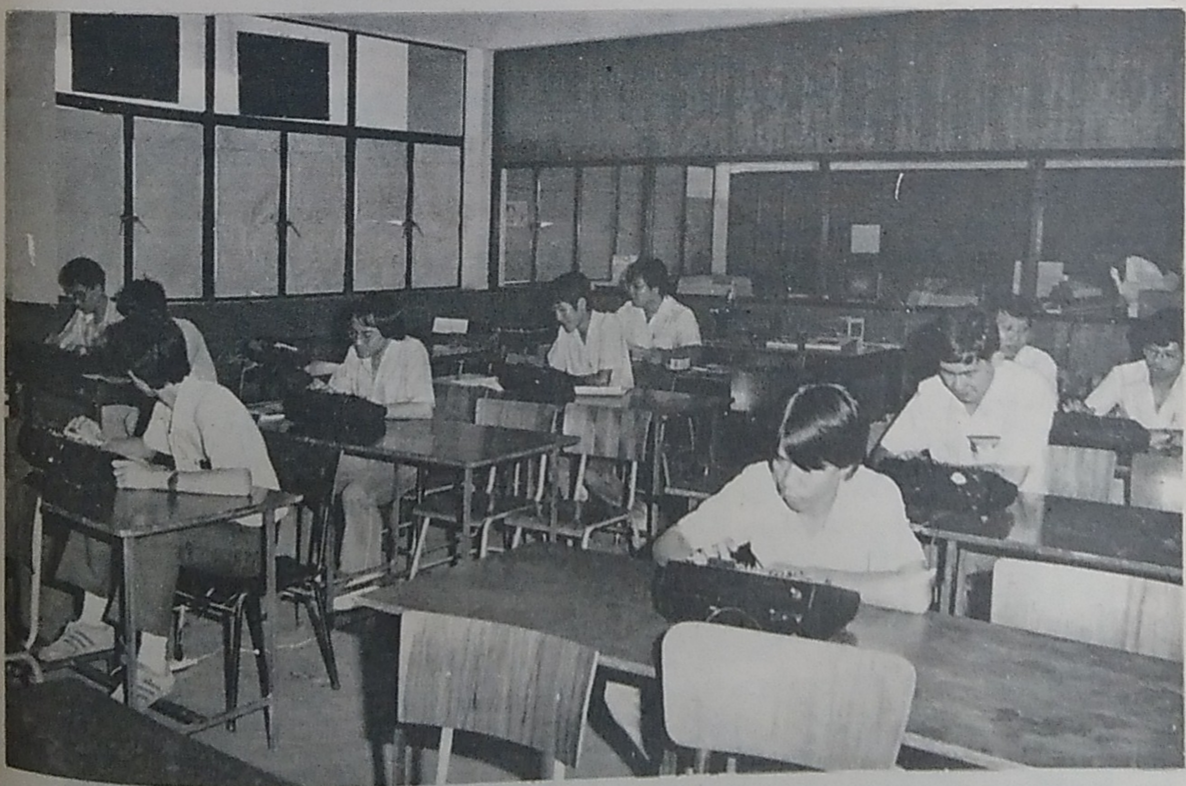

ไซล็อก
2519
Z-80
ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลท์
2.5 MHz
มีขีดคำสั่งสูงขึ้น
ไซล็อก
2520
Z-80
4 MHz
ไซล็อก
2522
Z8000
16 บิท
ต่อ RAM = 8 M ไบท์
48 ขา
ไซล็อก
2521
Z8
1 ชิพไมโคร
ROM 2k ไบท์
RAM 96 ไบท์
UART
อินเทล
2514
4004
4 บิท
ไมโคร
โปรเซสเซอร์
อินเทล
2515
8008
8 บิท
ไมโคร
โปรเซสเซอร์
RAM-32k ไบท์
อินเทล
2516
8080
8 บิท
2 MHz
64k ไบท์ RAM
DMA
อินเทล
2519
8085
ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลท์
3 MHz
อินเทล
2520
8085-2
5 MHz
อินเทล
2521
8086
16 บิท
ใช้สัญญาณนาฬิกา 5 MHz
RAM = 1 M ไบท์
อินเทล
2522
8086-2
อินเทล
2522
8088
อาร์ซีเอ
2520
8085
CMOS
CMOS
อาร์ซีเอ (2522)
8048
CMOS
2520 อินเทล
8049
ROM 2k ไบท์
RAM 128 ไบท์
อินเทล
2523
8051
ROM 4k ไบท์
RAM 256 ไบท์
UART
ภายนอก 64k ไบท์
อินเทล
2519
8048
5 โวลท์
ROM-1k ไบท์
RAM 64 ไบท์
อินเทล
2520
8041
ROM-1k ไบท์
RAM 64 ไบท์
ต่อภายนอก ROM-1k ไบท์
RAM 256 ไบท์
อินเทล
2520
8021
จำนวนขา 28 ขา
อินเทล
2521
8022
ROM 2k ไบท์ RAM 64 ไบท์
40 ขา



รูปที่ 1 แสดงไดอะแกรมการพัฒนาไมโครโปรเซสเซอร์



รูปที่ 2 ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์ ม.เกษตรศาสตร์



รูปที่ 3 การฝึกอบรมไมโครคอมพิวเตอร์ ที่จัดโดยห้องปฏิบัติการฯ

ไมโครคอมพิวเตอร์ สถานศึกษาทุกแห่งต่างก็ให้ความสนใจ บางแห่งเช่นจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยถึงกับแยกเป็นภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเน้นหนักการศึกษาวิจัยทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อผลิตกำลังคนทางด้านนี้โดยตรง

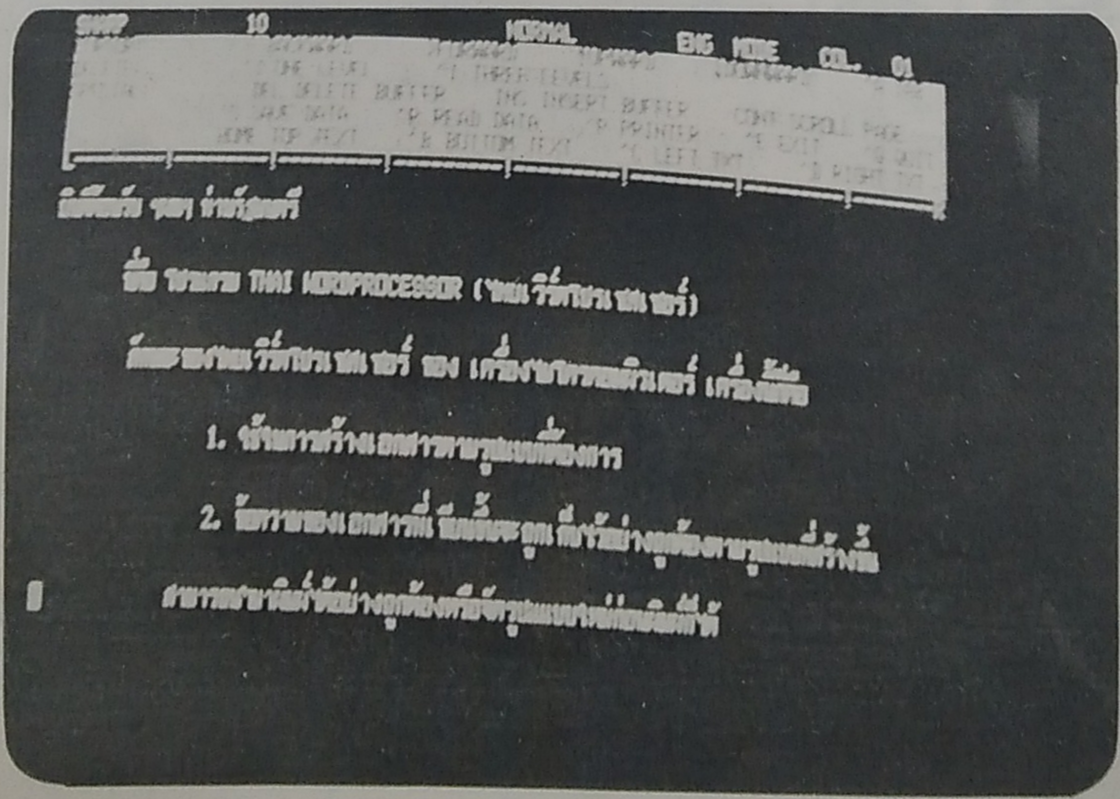
ตลาดไมโครคอมพิวเตอร์ในเมืองไทย

ในยุคเริ่มแรกของไมโครคอมพิวเตอร์ (ประมาณ 5 ปีที่แล้ว) การเริ่มเข้าของไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่เข้ามาทางสถาบันการศึกษาก่อน ไมโครคอมพิวเตอร์ในยุคแรกยังไม่แพร่หลายส่วนใหญ่เข้ามาในระบบแยกส่วนเป็น ซีอาร์ที ซีพียู ดิสเก็ตต์ และเครื่องพิมพ์ ตลาดไมโครในตอนแรกยังคงเป็นตลาดไมโครคอมพิวเตอร์บอร์ดเดียว เพราะมีราคาไม่แพงมากนัก แต่ขีดความสามารถในการใช้งานยังคงค่อนข้างจำกัดมาก กล่าวคือต้องป้อนโปรแกรมด้วยภาษาเครื่องจึงทำให้ยุ่งยากต่อการศึกษา ผู้ใช้จึงไม่แพร่หลายเท่าที่ควร

การแพร่หลายของไมโครคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยเพิ่งจะขยายตัวด้วยการเข้ามาของไมโครคอมพิวเตอร์ราคาถูกของญี่ปุ่น และไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของเลียนแบบของอเมริกันที่มาจากฮ่องกงและได้หวัน โดยไมโครคอมพิวเตอร์เหล่านี้จะใช้โปรแกรมด้วยภาษาเบสิค ทำให้การใช้งานง่ายขึ้น ประจวบกับราคาของไมโครคอมพิวเตอร์มีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว การแพร่หลายจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว

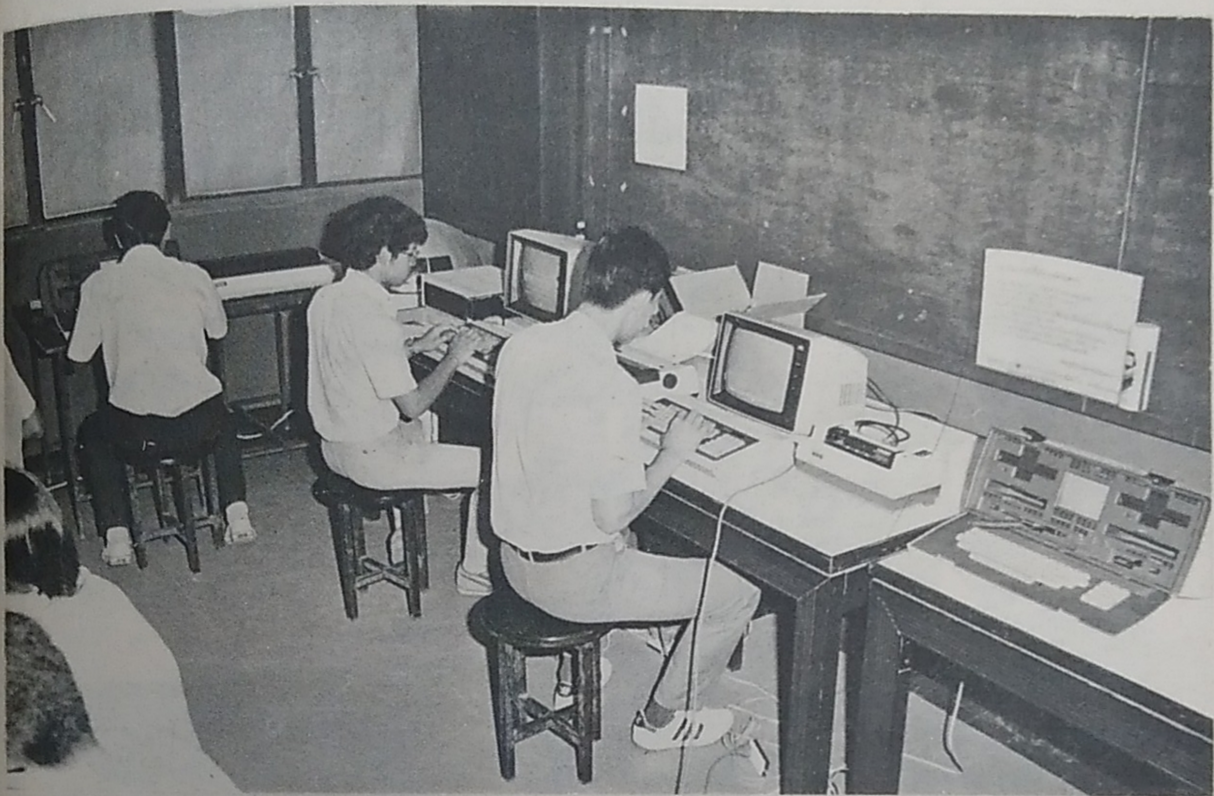
การศึกษาและพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ของห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯเกษตรฯ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้รับการก่อตั้งขึ้นเป็นภาควิชาตั้งแต่ปี พ.ศ.2513 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตบัณฑิตทางสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าซึ่งมีความต้องการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าได้รับการก่อตั้งในปี พ.ศ.2520 โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อเป็นสถานที่สำหรับศึกษาวิจัยเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อเปิดบริการฝึกอบรมในวิชาไมโครคอมพิวเตอร์ และรับคำปรึกษาต่อบริษัทหรือหน่วยงานราชการเอกชน ที่มีปัญหาเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์

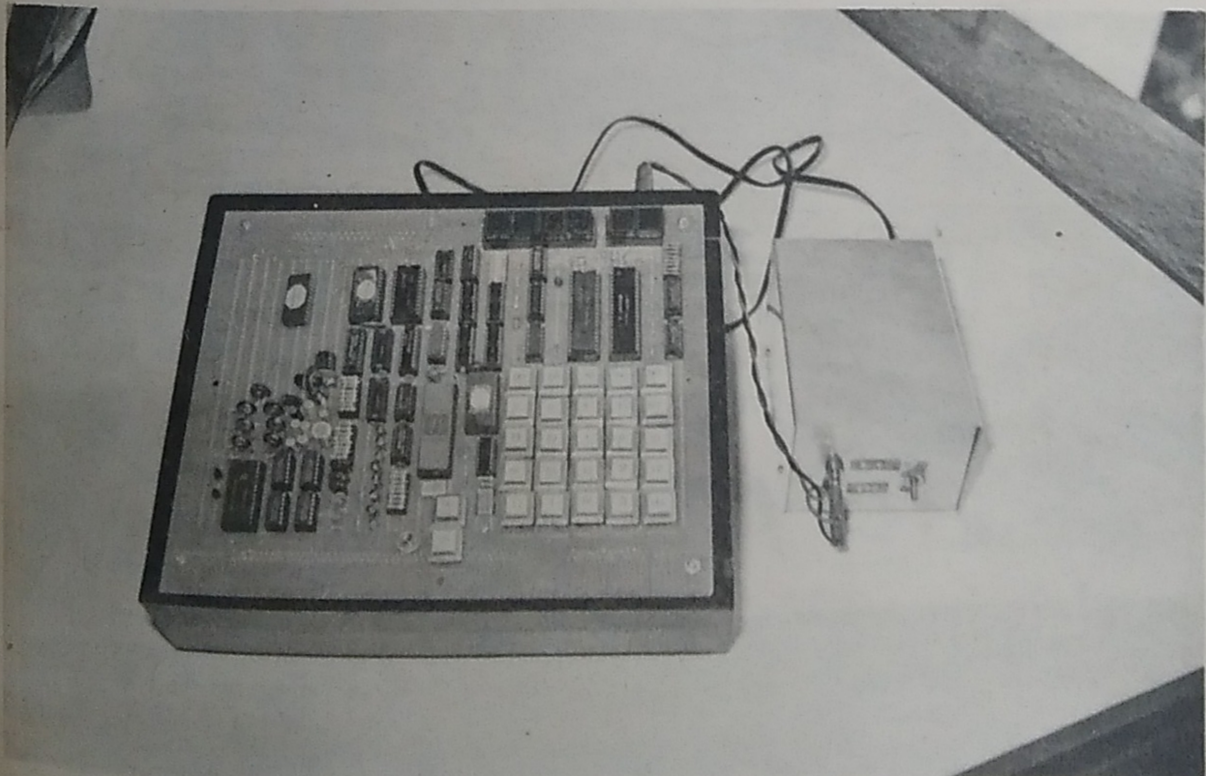


รูปที่ 4 ผลงานทางด้านการประมวลผลข้อมูลภาษาไทย ทำให้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ประโยชน์มากขึ้น

ผลงานของห้องปฏิบัติการฯ ที่ผ่านมาคือเป็นสถานฝึกอบรมทางไมโครฯ สำหรับนิสิตภายในทั้งปริญญาตรีและโท ใช้เป็นที่ฝึกอบรมหลักสูตรพิเศษสำหรับประชาชนทั่วไปซึ่งในรอบปี 2525 ที่ผ่านมาทางห้องปฏิบัติการได้เปิดอบรมในวิชาการมากกว่า 8 รายชื่อวิชา และเปิดอบรมมากกว่า 19 ครั้ง ในรอบปี โดยแต่ละครั้งจะมีผู้เข้า



รูปที่ 5 นิสิตทำการศึกษาวิจัยโครงงานเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 6 ชุดเรียนรู้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นใช้เองโดยห้องปฏิบัติการฯ

รับการฝึกอบรมประมาณ 40 คน โดยทางห้องปฏิบัติการฯ เน้นการใช้เครื่องมือฝึกเพื่อให้เข้าใจและประยุกต์ใช้งานได้ รายชื่อวิชาที่เปิดฝึกอบรมเช่นดิจิตอลอิเลคทรอนิคส์ไมโครโปรเซสเซอร์เบื้องต้น เทคนิคทางอินเตอร์เฟสไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิค ภาษาฟอร์แทรน ไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับนักบริหาร ฯลฯ



รูปที่ 7 เครื่องหยอดเหรียญและคิดเงินโทรศัพท์ทางไกลอัตโนมัติ



รูปที่ 8 ส่วนหนึ่งของผลงานที่สร้างขึ้นโดยห้องปฏิบัติการฯ

งานทางด้านค้นคว้าวิจัยของห้องปฏิบัติการฯ ที่สำคัญได้แก่ การพัฒนาโปรแกรมสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ การแก้ไขโปรแกรมระบบจัดการ (operating system) เพื่อให้เหมาะกับงานประยุกต์ การสร้างโปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาษาไทย การพัฒนาหุ่นยนต์อุตสาหกรรม การพัฒนาชุดควบคุมด้วยไมโครฯ การประยุกต์ไมโครโปรเซสเซอร์ในงานอุตสาหกรรม การประยุกต์โปรแกรมระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหาร (data base) ฯลฯ ผลงานเหล่านี้ส่วนหนึ่งได้พัฒนาขึ้นตามความต้องการของหน่วยงานภายนอก นอกจากนี้ยังให้คำปรึกษาและแก้ไขข้อบกพร่องให้กับบริษัทผู้ขายไมโครคอมพิวเตอร์

อนาคตไมโครคอมพิวเตอร์ในประเทศไทย

อุปสรรคต่อการเป็นผู้นำทางอุตสาหกรรมของประเทศไทยมาจากกลไกหลายสาเหตุ ในทำนองเดียวกันอนาคตของไมโครฯ ในเมืองไทยก็ขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมโดยตรง และตราบใดก็ตามที่ไมโครฯในบ้านเราเป็นเพียงผู้สั่งเข้ามาใช้เราก็คงต้องเป็นทาสไมโครฯต่อไป การพัฒนากำลังบุคลากรก็เป็นเรื่องสำคัญ ทั้งนี้เพราะมีช่องว่างระหว่างเทคโนโลยีส่วนนี้อยู่ กล่าวคือ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาไปเมื่อ 4-5 ปีก่อนมักจะไม่เคยได้เรียนไมโครฯมาจากสถาบันการศึกษามาก่อน ครั้นเมื่อเข้าทำงานก็มีภาระงานที่ค่อนข้างมาก จึงยากที่จะหาเวลามาเล่าเรียนเพิ่มได้ แต่อย่างไรก็ดีในหลายสถาบันได้มองเห็นความสำคัญข้อนี้ จึงได้มีการเปิดหลักสูตรพิเศษเกี่ยวกับไมโครฯกันมาก อนาคตไมโครฯในประเทศไทยจึงขึ้นอยู่กับปัญหาสำคัญ คือ การพัฒนาบุคลากร การเติบโตของอุตสาหกรรม และการรวมกลุ่มหรือสร้างผลงานทางความคิด เช่น ซอฟต์แวร์ออกขายต่างประเทศ ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าตลาดแรงงานเราถูกกว่าประเทศทางด้านตะวันตกอยู่มาก เราก็ยังหวังว่าอนาคตของไมโครฯในบ้านเราน่าจะสุกใส และมีอนาคตที่แจ่มใสถ้าพวกเราช่วยกัน

การใช้ภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์

บทนำ

เป็นที่ยอมรับกันว่าภาษาไทยเป็นเอกลักษณ์ประจำชาติ เป็นภาษาที่คนไทยทุก ๆ คนภูมิใจว่าเราเป็นเอกราชมาแต่ดึกดำบรรพ์ เป็นภาษาที่ยึดเหนี่ยว ให้เราเป็นอันหนึ่งอันเดียว เราใช้ภาษาไทยกันทั่วประเทศ เอกสารข้อมูลต่าง ๆ ตำราหรือบทความ จดหมายโต้ตอบทางธุรกิจ หนังสือราชการ ล้วนแล้วแต่เป็นภาษาไทย เลขานุการที่มีความสามารถในการพิมพ์ดีดภาษาไทยอาจพิมพ์ได้เร็วมาก แต่หากว่าการทำงานของมนุษย์จะแข่งขันกับเครื่องจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอมพิวเตอร์แล้ว คอมพิวเตอร์ย่อมมีความแม่นยำและทำงานได้เร็วกว่า

คอมพิวเตอร์ เป็นผลงานทางเทคโนโลยีที่เริ่มเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันเรามากขึ้น ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่เรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับการนำเข้ามาในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก การใช้งานของคอมพิวเตอร์เหล่านั้นอยู่ในรูปของแฟชั่นตามกัน คือ อยากมีคอมพิวเตอร์กันบ้าง

โครงสร้างไมโครคอมพิวเตอร์กับการประมวลผลตัวอักษรไทย

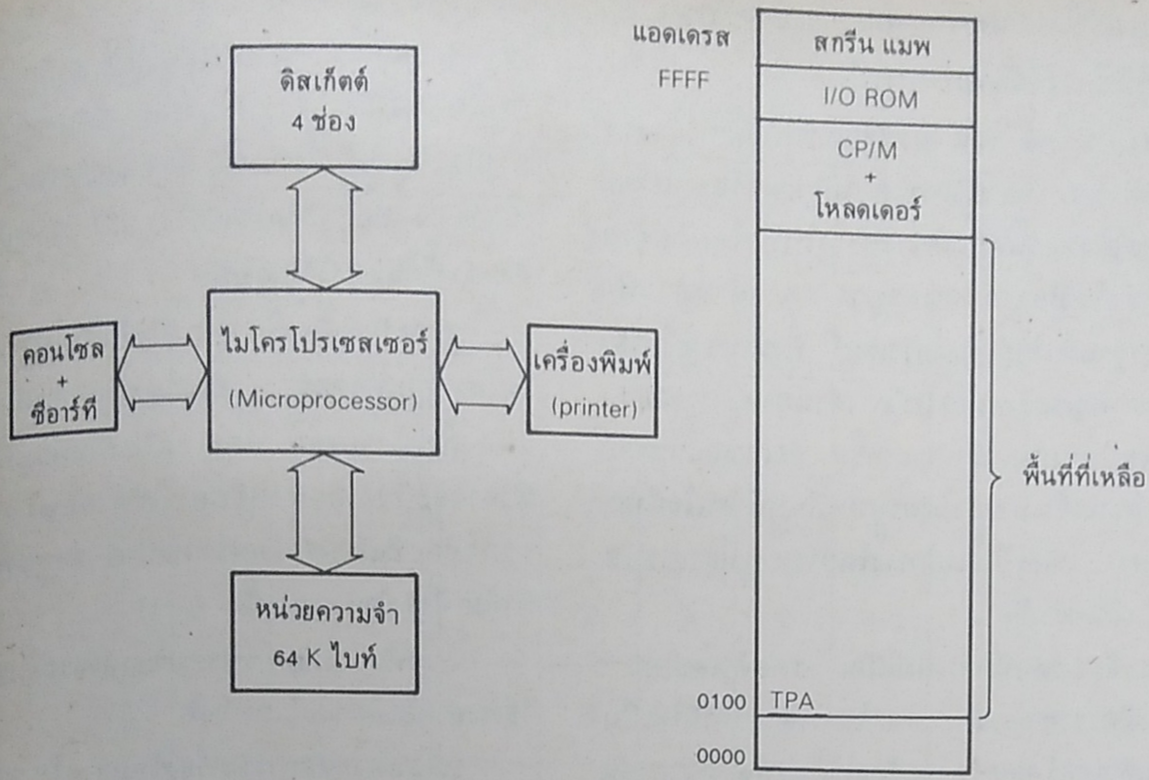
ไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันในปัจจุบันมีขีดจำกัดที่โครงสร้างและความเร็ว โดยปกติโครงสร้างหน่วยความจำมีเพียง 64K และระบบทำงานเป็นเพียงระบบผู้ใช้งานได้เพียงคนเดียวและทำงานได้ทีละงาน ไมโครคอมพิวเตอร์ต้องมีส่วนของโปรแกรมจัดระบบงาน เช่น CP/M, LOADER และ SCREEN MAP AREA นอกจากนี้ยังมีส่วนของโปรแกรมจัดระบบทาง I/O อีกเมื่อหักพื้นที่เหล่านี้แล้วจะเหลือพื้นที่ราว ๆ 45-50 K ไบท์ เท่านั้น ดังนั้น เมื่อทำการประมวลผลด้วยภาษาชั้นสูง เช่น BASIC พื้นที่ของตัวแปลภาษาเบสิคจะใช้เนื้อที่เพิ่มอีกประมาณ 20-25 K ไบท์ และความเร็วในการทำงานของภาษาเบสิคก็ไม่รวดเร็วนัก จึงเป็นปัญหาอย่างมากต่อการพัฒนาภาษาไทย

ลักษณะการใช้ภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์

ในการใช้ภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์นั้นพอแยกแยะออกเป็นสองรูปแบบ คือ

1. รูปแบบการป้อนข้อมูล ซึ่งได้แก่ THAI TEXT EDITOR, THAI EASY WRITTER หรือ THAI WORD PROCESSING

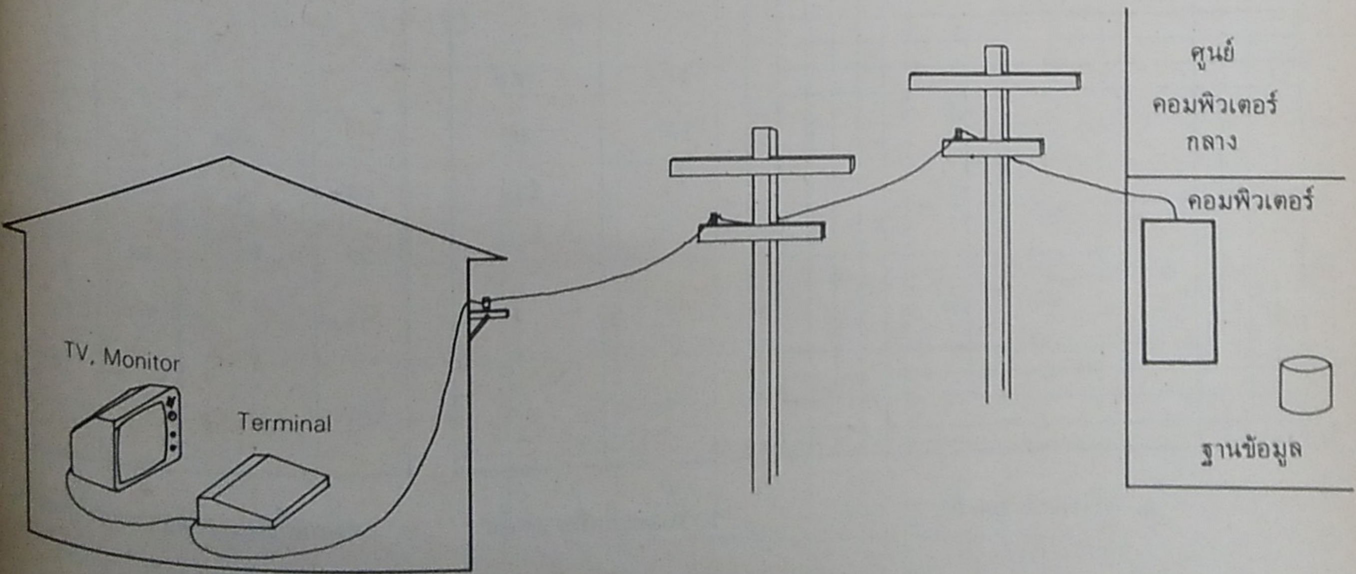
2. รูปแบบการประมวลผลข้อมูลภาษาไทย รูปแบบนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดลำดับคำ (SORTING) การค้นหาข้อมูล (SEARCHING) การรวมข้อมูล (MERGING) และการปรับปรุงข้อมูล (UPDATING) งานเหล่านี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับธุรกิจทั่วไป



รูปที่ 1 โครงสร้างและการจัดระบบหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์

ภาษาไทยกับมาตรฐานรหัส

เมื่อก่อนนี้การประมวลผลภาษาไทยกระทำกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (MAINFRAME COMPUTER) ซึ่งมีการประมวลผลจัดระดับตัวอักษรภาษาไทยเป็น 4 ระดับ การวางรหัสมักอ้างอิงกับบริษัทขายคอมพิวเตอร์ เช่น วางลงในตาราง EBCDIC หรือวางรหัสที่ง่ายต่อการพัฒนาทางฮาร์ดแวร์ เช่น รหัสตรงกับคีย์บอร์ดภาษาอังกฤษ เช่น ''A'' ก็ตรงกับ "ร" เป็นต้น แต่ละบริษัทก็จะกำหนดมาตรฐานกันตามใจชอบ ซึ่งถ้าเป็นเช่นนี้ต่อไป ผลเสียจะตกอยู่กับประเทศโดยส่วนรวม กล่าวคือ การพัฒนาทางซอฟต์แวร์ก็ไม่มีมาตรฐานที่จะใช้ร่วมกันไม่ได้ การสูญเปล่าทางกำลังความคิดก็มีมาก การทำงานซ้ำซ้อนทางภาษาไทยกับคอมพิวเตอร์ก็จะเป็นดังที่เห็นกันมา บริษัทที่จะสร้างอุปกรณ์เพอริเฟอรัลก็จะยุ่งยากเพราะไม่รู้จะเอาอย่างไร เช่น บริษัทสร้างเครื่องพิมพ์ดีดภาษาไทย การส่งข่าวสารภาษาไทยเช่น เทเลกซ์ หรือ เทเลเทกซ์ในอนาคตก็จะมีปัญหา



รูปที่ 2 ระบบการส่งข้อมูลเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้ต้องมีมาตรฐานรหัสกราฟิก

หลักการและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรหัสภาษาไทยที่ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯใช้

ในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกาได้มีการกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับทางคอมพิวเตอร์และเป็นที่ยอมรับการใช้งานกันอย่างกว้างขวางไปทั่วโลก แม้ในปัจจุบันก็ยังได้มีการกำหนดรูปรหัสทางด้านกราฟิกที่เป็นมาตรฐานขึ้นใช้กับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยีทางด้านภาพ (IMAGE) ซึ่งนับวันจะมีบทบาทที่สำคัญมากขึ้น ข้อเสนอแนะรวมทั้งเหตุผลความเป็นมาของมาตรฐานเป็นที่น่าสนใจน่าจะนำมาศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการหารูปแบบรหัสภาษาไทย เป็นอย่างยิ่ง

พึงระลึกว่ารหัสที่กล่าวถึงนี้เป็น รหัสตัวเลขไบนารี่ 8 บิท ซึ่งมีค่าจาก 0-255 และในรหัส 8 บิทที่ใช้เป็นรหัสที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องใช้คือรหัส ASCII เช่น อักษร C ตรงกับตัวเลข 67 หรือ 43H

โครงสร้างของรหัสที่ใช้ใน 256 ตัวนี้ ถ้าแบ่งเป็นเซทพอแสดงได้ดังรูปที่ 3

จากมาตรฐานฉบับร่างของ NAPLPS (NORTH AMERICAN PRESENTATION LEVEL PROTOCAL SYNTAX) แบ่งเป็น C-SET ซึ่งหมายถึงรหัสใช้ในการควบคุมซึ่งในแต่ละกรุ๊ปมี 32 ตัว และ G-SET ซึ่งหมายถึงรหัสกราฟิกซึ่งรวมถึงรหัสตัวอักษรด้วย

การแบ่งแยกรหัสในกลุ่ม G-SET เป็นกรุ๊ปใหญ่ ๆ เช่น PRIMARY CHARACTER SET, SUPLEMENTARY CHARACTER SET, PICTURE DESCRIPTION INSTRUCTIONS, MOSAIC SET และ DYNAMICALLY REDIFINABLE CHARACTER SET ลักษณะของรหัสดังกล่าวได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4 - 7

สำหรับรหัสภาษาไทยที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครคอมพิวเตอร์ มีรากฐานมาจากรหัสที่ใช้ในการแสดงทั้งทางจอภาพ และ เครื่องพิมพ์แบบ 3 บรรทัด ซึ่งอาจจะมีข้อเสียสำหรับการใช้ตัวอักษร 4 ระดับ ต่อ 1 บรรทัด ที่แสดงตัวอักษรภาษาไทย จากรูปแบบดังกล่าวที่ได้มามีจุดมุ่งหมายดังนี้

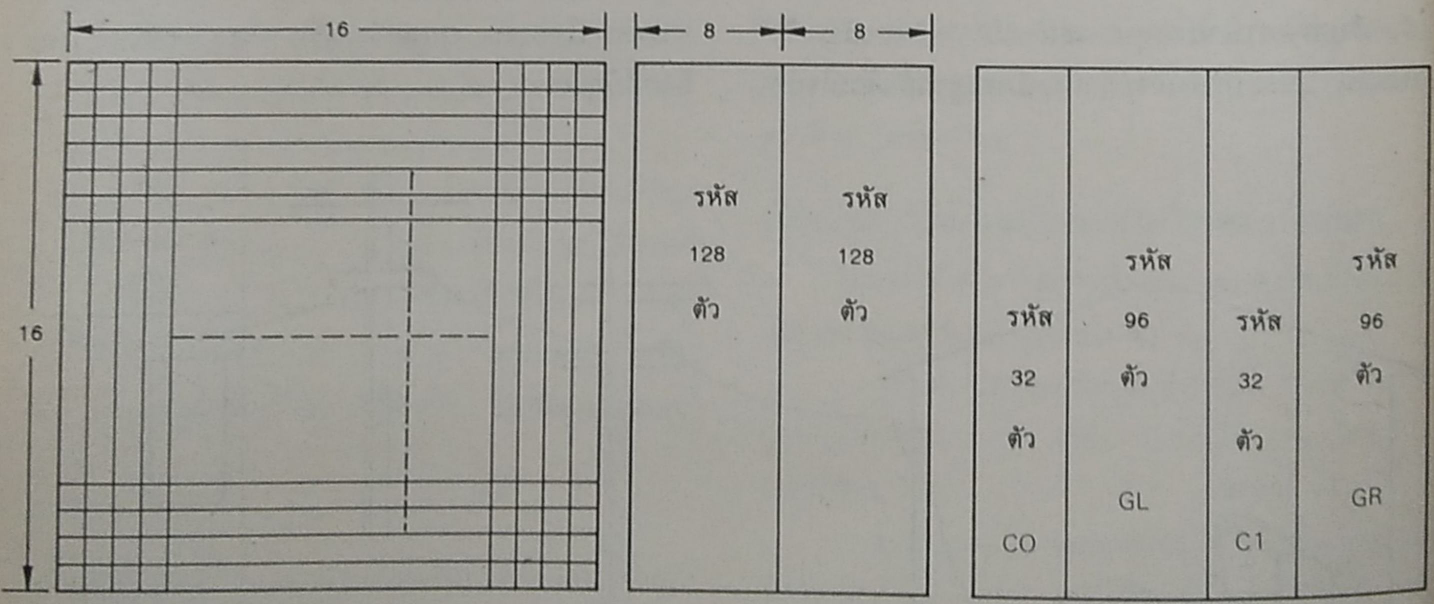
1. รหัสง่ายต่อการประมวลผลจัดระดับตามอักขระวิธีทั้งด้านอินพุทและเอาท์พุท

2. สะดวกต่อการจัดเรียงข้อมูล หรือ เปรียบเทียบข้อมูลตามน้ำหนัก

3. ง่ายต่อการค้นหาข้อมูลเช่น เมื่อมีการรวมกันของ “ ี ” กับ “ ่ ” หรือ “ ่ ” กับ “ ี ”

4. การจัด 3 ระดับให้ข้อดีในแง่ความสวยงามทั้งทางด้านแสดงผลที่อินพุท เช่น จอ CRT และเอาท์พุท แต่การอินพุทต้องคีย์ตามหลักธรรมชาติ

รายละเอียดและเหตุผลบางส่วนได้มาจากการทดลองใช้และหาทางปรับปรุงเพื่อความเหมาะสม สำหรับ



ก. ตารางรหัส 256 ตัว　ข. แบ่งแยกเป็น 2 กลุ่ม　ค. แต่ละกลุ่มยังแยกย่อยเป็นรหัสใช้ควบคุม 32 ตัว รหัสตัวอักษร 96 ตัว

รูปที่ 3

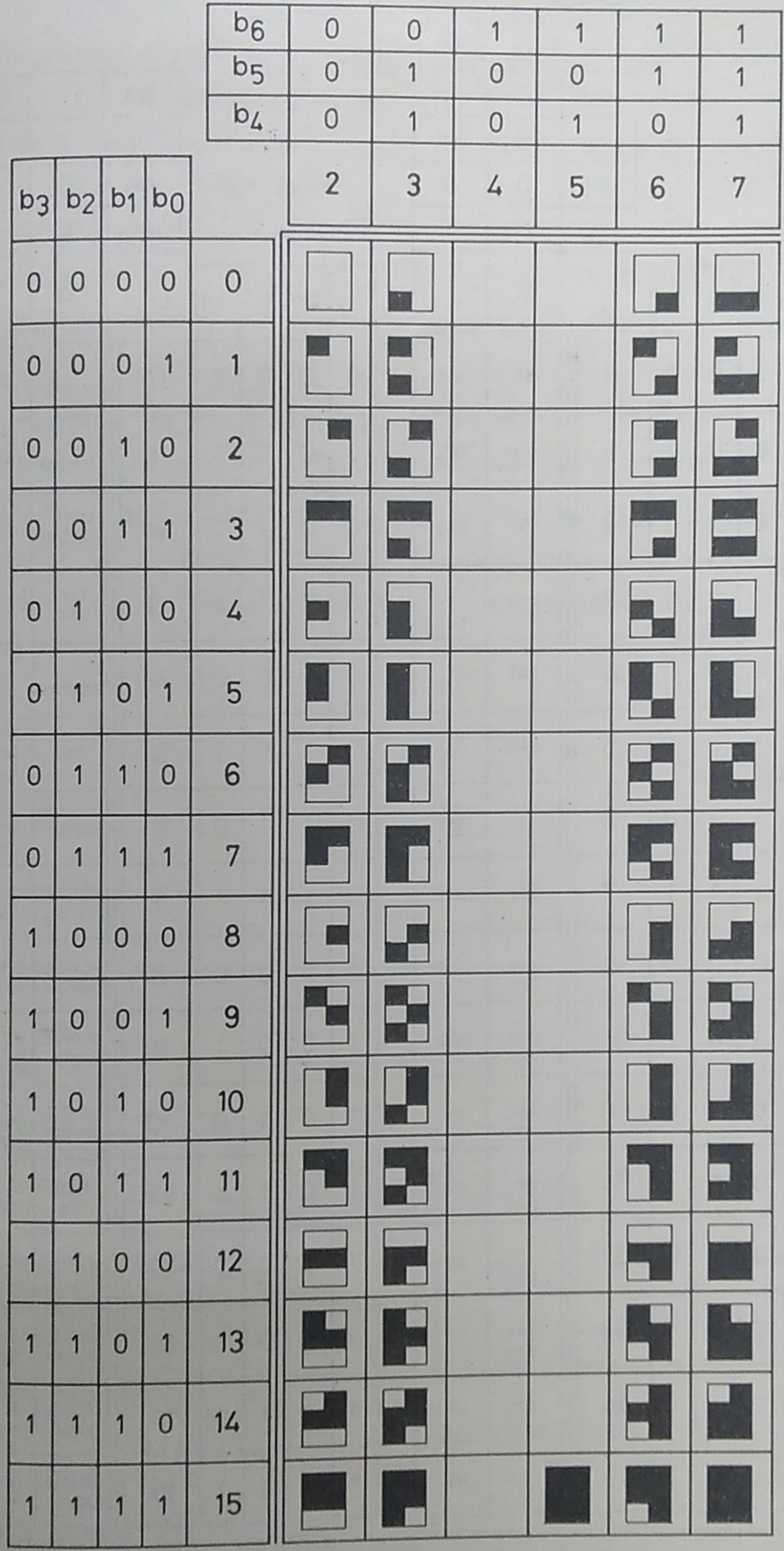
รหัสที่ใช้ในปัจจุบันที่ทางห้องปฏิบัติการฯ ใช้แสดงดังรูปที่ 4-5

				b_6	0	0	1	1	1	1
				b_5	1	1	0	0	1	1
				b_4	0	1	0	1	0	1
b_3	b_2	b_1	b_0		2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0		0	@	P	\	p
0	0	0	1	1	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	$	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	8	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	/	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	.	>	N	^	n	~
1	1	1	1	15	/	?	O	___	o	

รูปที่ 4 ตารางรหัส PRIMARY CHARACTER SET **หรือ** ASCII

b_3	b_2	b_1	b_0	b_6 / b_5 / b_4	0 / 1 / 0	0 / 1 / 1	1 / 0 / 0	1 / 0 / 1	1 / 1 / 0	1 / 1 / 1
					2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0		ฒ	ย	เ	่	ี๊
0	0	0	1	1	ก	ณ	ร	แ	้	ี๋
0	0	1	0	2	ข	ด	ฤ	โ	๊	ี์
0	0	1	1	3	ค	ต	ล	ใ	๋	ึ่
0	1	0	0	4	ฆ	ถ	ว	ไ	์	ึ้
0	1	0	1	5	ง	ท	ศ	ๅ		ึ๊
0	1	1	0	6	จ	ธ	ษ	ฯ	ํ่	ึ๋
0	1	1	1	7	ฉ	น	ส	ุ	ํ้	ื่
1	0	0	0	8	ช	บ	ห	ู	ํ๊	ื้
1	0	0	1	9	ซ	ป	ฬ	ุ	ํ๋	ื๊
1	0	1	0	10	ฌ	ผ	อ	ู	ิ่	ื๋
1	0	1	1	11	ญ	ฝ	ฮ	ฺ	ิ้	ื่
1	1	0	0	12	ฎ	พ	ะ	ฺ	ิ๊	ื้
1	1	0	1	13	ฏ	ฟ		ฺ	ิ๋	ื๊
1	1	1	0	14	ฐ	ภ	า	ํ	ี่	ื๋
1	1	1	1	15	ฑ	ม	ำ	๘	ี้	

รูปที่ 5 ตารางฉบับร่าง SUPPLEMENTARY CHARACTER SET ของ NAPLPS (ค่าภาษาไทยเป็นตารางที่ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯ ใช้)



รูปที่ 8 ตารางฉบับร่าง MOSAIC SET

				b7	0	0
				b6	0	0
				b5	0	0
				b4	0	1
b3	b2	b1	b0		0	1
0	0	0	0	0	NUL	DLE
0	0	0	1	1	SOH	DC_1
0	0	1	0	2	STX	DC_2
0	0	1	1	3	ETX	DC_3
0	1	0	0	4	EOT	DC_4
0	1	0	1	5	ENQ	NAK
0	1	1	0	6	ACK	SYN
0	1	1	1	7	BEL	ETB
1	0	0	0	8	APB (BS)	CAN
1	0	0	1	9	APF (HT)	SS2
1	0	1	0	10	APD (LF)	SUB
1	0	1	1	11	APU (VT)	ESC
1	1	0	0	12	CS (FF)	APS
1	1	0	1	13	APR (CR)	SS3
1	1	1	0	14	SO	APH
1	1	1	1	15	SI	NSR

				b7	1	1
				b6	0	0
				b5	0	0
				b4	0	1
b3	b2	b1	b0		8	9
0	0	0	0	0	DEF MACRO	PROTECT
0	0	0	1	1	DEFP MACRO	EDC_1
0	0	1	0	2	DEFT MACRO	EDC_2
0	0	1	1	3	DEF DRCS	EDC_3
0	1	0	0	4	DEF TEXTURE	EDC_4
0	1	0	1	5	END	WORD WRAP ON
0	1	1	0	6	REPEAT	WORD WRAP OFF
0	1	1	1	7	REPEAT TO EOL	SCROLL ON
1	0	0	0	8	REVERS VIDEO	SCROLL OFF
1	0	0	1	9	NORMAL VIDEO	UNDER LINE START
1	0	1	0	10	SMALL TEXT	UNDER LINE STOP
1	0	1	1	11	MED TEXT	FLACH CURSOR
1	1	0	0	12	NORMAL TEXT	STEADY CURSOR
1	1	0	1	13	DOUBLE HEIGHT	COUSOR OFF
1	1	1	0	14	BLINK START	BLINK STOP
1	1	1	1	15	DOUBLE SIZE	UNPRO-TECT

รูปที่ 7 ตารางรหัสควบคุมในหมวด CO และ C1 ตามฉบับร่างของ NAPLPS

แนวทางในการพัฒนาภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์

เป็นที่ยอมรับว่า การพัฒนาภาษาไทยกับคอมพิวเตอร์ไม่เจริญก้าวหน้า และ แพร่หลายเท่าที่ควรเพราะวิธีการพัฒนาที่ผ่านมามักจะทำกันในระดับโปรแกรมประยุกต์ (APPLICATION PROGRAM) โดยพยายามใช้ทรัพยากรซอฟต์แวร์ (UTILITY PROGRAM) ที่มีอยู่ในเครื่องมาใช้ประโยชน์ โดยมิได้มีการพัฒนาของเราเองขึ้นมาใช้ ทำให้การใช้งานในฟังก์ชันภาษาไทยต่าง ๆ ไม่ก้าวหน้า

ระดับโครงสร้างการพัฒนาทางภาษาไทยที่ควรจะเป็นดังรูปที่ 8

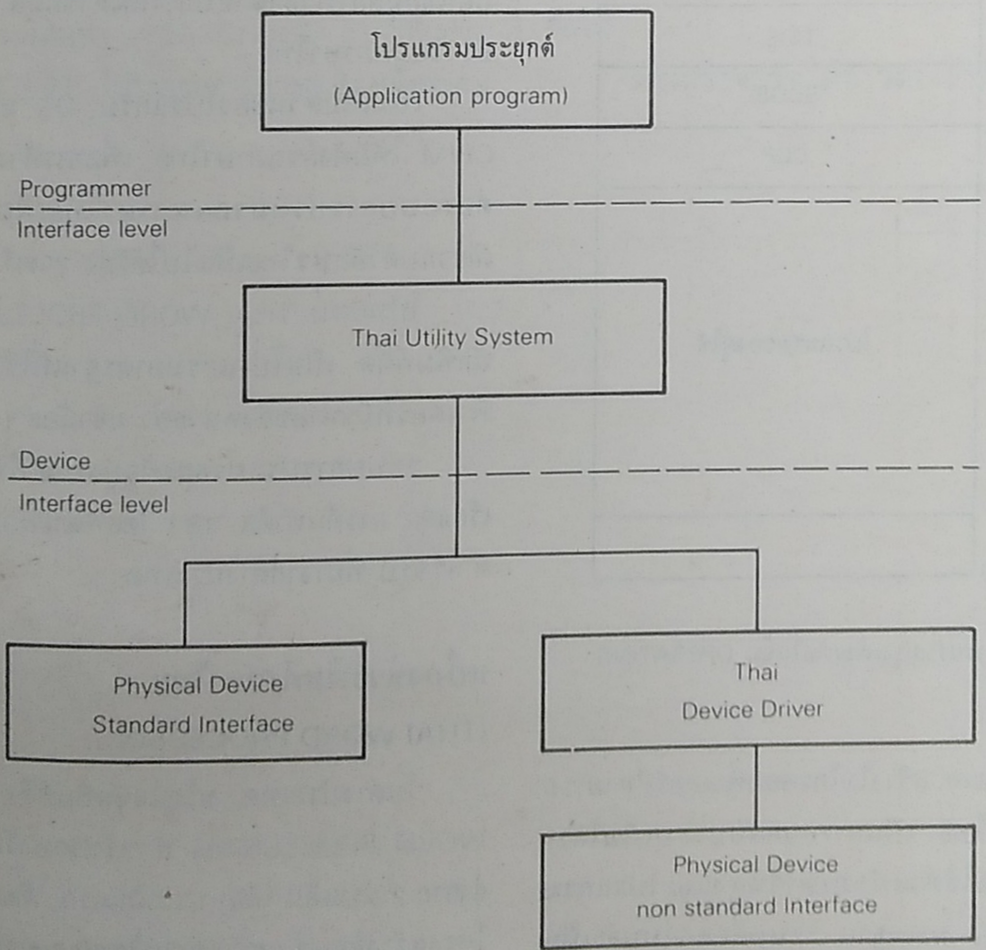
สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์นั้นปรากฏว่าโปรแกรมจัดระบบงาน CP/M (OPERATING SYSTEM) ได้แพร่หลายและมีใช้กันมากที่สุด จึงทำให้โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานร่วมกับ CP/M มีมาก ห้องปฏิบัติการฯจึงให้ความสนใจและพัฒนาระบบภาษาไทยโดยมีโครงสร้างการพัฒนาเป็นดังรูปที่ 9

การพัฒนาในรูปเจดีย์จากฐานถึงยอด เป็นวิธีการที่จะปูหลักฐานการพัฒนาฟังก์ชันภาษาไทยไว้ ซึ่งสามารถให้ผู้ประยุกต์ หรือ นักเขียนโปรแกรมสามารถประยุกต์การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับภาษาไทยได้ง่าย สำหรับรายละเอียดโครงสร้าง CP/M ที่เพิ่มเติมดังรูปที่ 10

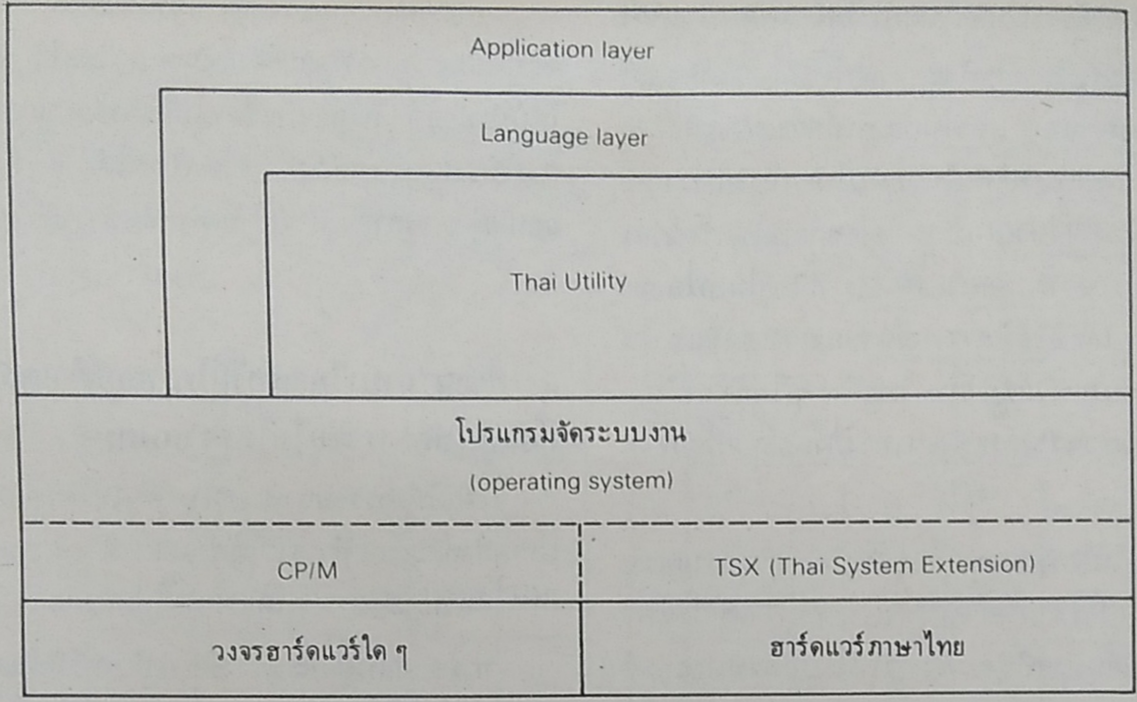
การพัฒนาภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์ของห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯ เกษตร

เพื่อให้การพัฒนาภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์บรรลุถึงเป้าหมายที่วางไว้ได้เป็นอย่างดี ผลงานส่วนหนึ่งที่ทางห้องปฏิบัติการฯ ได้กระทำไปแล้วคือ

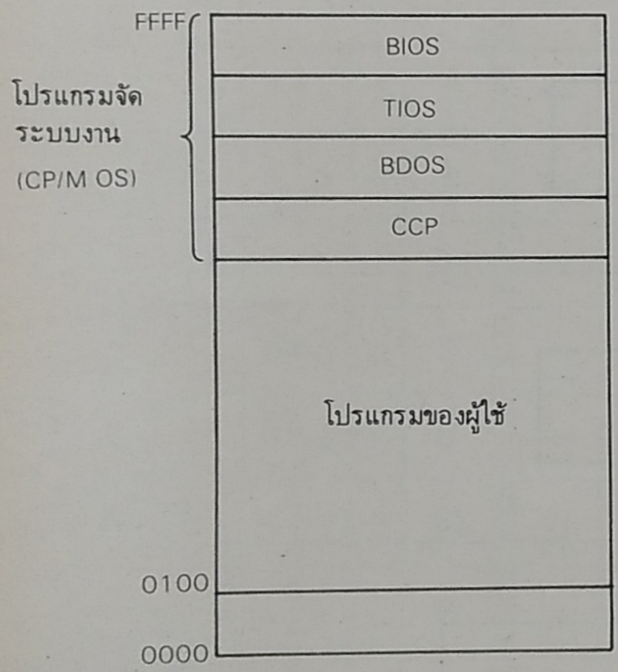
การออกแบบและสร้างซีอาร์ทีเทอร์มินัลภาษาไทยราคาถูกเพื่อให้โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ที่เหมาะสมกับการประมวลผลภาษาไทยในขั้นแรกให้ดีที่สุด เพื่อแบ่งเบาภาระของไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 8 โครงสร้างการพัฒนาภาษาไทยจากระดับภายในออกมา



รูปที่ ๑ โครงสร้างการพัฒนาภาษาไทยจากฐานถึงยอด



รูปที่ 10 โครงสร้างการปรับปรุงเพิ่มเติมในขั้น OPERATING SYSTEM

การออกแบบและสร้างไมโครคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลภาษาไทย เป็นการออกแบบระบบไมโคร-คอมพิวเตอร์ โดยใช้ตัวแปลภาษาชั้นสูงและโปรแกรมจัดระบบงาน (OS) มาตรฐาน ระบบที่ออกแบบจะเป็นระบบที่เหมาะต่อการประมวลผลตัวอักษรเพื่อเพิ่มความเร็ว

หารูปแบบของรหัสภาษาไทย เพื่อให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูลการเรียงลำดับการค้นหาข้อมูล และการปรับปรุงข้อมูลภาษาไทย

เพิ่มเติมส่วนของโปรแกรม OS มาตรฐาน เช่น CP/M ให้มีฟังก์ชันภาษาไทย เพื่อการทำงานที่เหมาะสมต่อระบบการประมวลผลภาษาไทยเพื่อให้งานต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวอักษรไทยเป็นไปได้ดียิ่ง รวดเร็ว และถูกต้อง

โปรแกรม THAI WORD PROCESSING ขวัญใจนักพิมพ์ดีด เป็นโปรแกรมมาตรฐานที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดของหน่วยความจำน้อย ๆ ได้

ระบบการประมวลผลข้อมูลภาษาไทย เช่น การเรียงคำ การค้นหาคำ ฯลฯ โดยพัฒนาร่วมกับโปรแกรมสำเร็จรูป ที่มาจากต่างประเทศ

เครื่องช่วยพิมพ์ภาษาไทย
(THAI WORD PROCESSING)

ในต่างประเทศ ขวัญใจนักพิมพ์ดีด เห็นจะได้แก่ WORD PROCESSING สำหรับภาษาไทยนั้น มีความยุ่งยาก 2 ประเด็น คือ ประเด็นแรก เกี่ยวกับการจัดวางโครงสร้างข้อมูล เพราะภาษาไทยมี 3-4 ระดับ การพิมพ์จะต้องปรากฏถูกอักขระทันที การแก้ไขดัดแปลงต่อเติมนั้นต้องทำได้ง่าย ประเด็นที่สองคือ การตัดคำในภาษา

ไทย ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า เป็นปัญหาที่ไม่มีทางแก้ได้สำหรับเครื่องไมโครที่มีหน่วยความจำเพียง 64 K ไบท์ เมื่อเป็นปัญหาแบบ NO FEASIBLE SOLUTION ไมโครคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นต้องชดเชยด้วยการสร้างรูปแบบที่ง่ายต่อการใช้โดยต้องเป็น SCREEN EDITOR สามารถแทรก ลบ ตัดต่อข้อความบนจอภาพได้โดยตรง

ลักษณะของขวัญใจนักพิมพ์ดีดที่ดีต้องมี

1. จัดพิมพ์ตามอักขระภาษาไทยทันที
2. ง่ายต่อการแก้ไขเพราะเป็น SCREEN EDITOR
3. ใช้งานได้ง่าย
4. โครงสร้างข้อมูลสามารถเก็บไปประมวลผลได้
5. จัดรูปแบบการพิมพ์ได้ง่าย

ระบบการประมวลผลข้อมูลภาษาไทย

ระบบจัดการฐานข้อมูลภาษาไทย (THAI DATA BASE MANAGEMENT) มีความสำคัญมากทั้งในวงการธุรกิจเอกชนและรัฐบาล ข้อมูลที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวภาษาไทยซึ่งได้แก่ การจัดเรียงคำ (SORTING) การค้นหา (SEARCHING) การปรับปรุงข้อมูล (UPDATING) โปรแกรมการทำงานต้องเหมาะสมกับไมโครคอมพิวเตอร์

ห้องปฏิบัติการวิจัยไมโครฯ ได้มีการพัฒนาหาแนวทางสำหรับการประยุกต์ใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์เป็นไปได้อย่างกว้างยิ่งขึ้น โดยได้ทำการดัดแปลงประยุกต์ไมโครคอมพิวเตอร์ให้สามารถประมวลผลได้เกือบทุกโมเดลที่ทำงานภายใต้โปรแกรมจัดระบบงาน CP/M เช่น APPLE II, NEC, OSBORN, SHARP, SIRIUS-VICTOR ฯลฯ

อนาคตของภาษาไทยกับไมโครคอมพิวเตอร์

ภาษาไทยเป็นภาษาที่มีข้อยุ่งยากก็จริง แต่หากมีการพัฒนาและคิดค้นกันอย่างจริงจังแล้วการใช้ภาษาไทยก็จะไม่ยุ่งยากและเป็นความลับอีกต่อไป ในอนาคตการพัฒนาอาจสามารถทำให้การตัดคำได้ถูกต้อง การค้นหา การเข้าใจรูปประโยค หรืออาจถึงขั้นลักษณะการแปลภาษาต่างประเทศเป็นภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ สิ่งเหล่านี้ยังรอพวกเราคนไทยด้วยกันพัฒนาและคิดค้นอีกต่อไป

"หรือเราจะรอให้ชาวต่างชาติคิดให้"

โปรแกรมเบนช์มาร์ค

ความจริงแล้วการที่จะวัดว่าไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องใดมีขีดความสามารถสูงกว่ากัน ทำได้ยากมาก ดังนั้นการวัดความสามารถนี้ส่วนใหญ่จะมองทั้งทางฮาร์ดแวร์และทางซอฟต์แวร์ มองดูรูปร่าง ราคา ขีดความสามารถทางโปรแกรมการใช้งานโดยเอางานที่ต้องการเป็นเดิมพัน ดังนั้นการวัดขั้นพื้นฐานคือ การเอางานที่ต้องการให้เครื่องทำ เช่น ถ้าทำงานทางด้านธุรกิจก็ต้องมองหาเครื่องที่ทำงานทางธุรกิจได้ผลดี รวดเร็ว ใช้งานง่าย ราคาถูก เป็นต้น การวัดขีดความสามารถพื้นฐานจึงได้แก่ การให้ทำงานตามโปรแกรมที่เรียกว่า โปรแกรมเบนช์มาร์ค (Benchmarks)

เบนช์มาร์คคืออะไร

ในการวัดขีดความสามารถทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เรามักจะหาจุดมุ่งหมายหลักของการทำงาน เช่น ถ้าเครื่องต้องมีการคำนวณก็ลองให้มีการคำนวณแข่งกันว่าใครจะเร็วกว่ากัน จุดเริ่มต้นของการวัดขีดความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัวจึงเกิดขึ้น ทั้งนี้เพราะไมโคร-คอมพิวเตอร์มีมากมายหลายยี่ห้อ วารสารทางไมโครฯ ของอเมริกาฉบับหนึ่งชื่อ กิโลบอด (Kilobaud) ฉบับที่ 8 ในปี พ.ศ. 2520 จึงได้วางกติกาการแข่งขันด้วยโปร-แกรมเบนช์มาร์คขึ้นโดยโปรแกรมดังกล่าวจะพยายามทำตัวเป็นกลาง เพื่อวัดขีดความสามารถทางโปรแกรมภาษาเบสิค หลังจากนั้นต่อมาวารสารทางไมโครฯหลายเล่ม ทั้งในยุโรปและอเมริกาต่างยึดหลักดังกล่าวแล้วสร้างโปรแกรมการทดสอบเครื่องต่าง ๆ ขึ้น และนี่เองคือที่มาของการแข่งขันด้วยกติกาการทำงานด้วยโปรแกรมภาษาเบสิคขั้นพื้นฐาน

ลักษณะของโปรแกรมเบนช์มาร์คที่ตั้งขึ้นนี้มีโปร-แกรมด้วยกันทั้งสิ้น 8 โปรแกรม ดังรูปที่ 1 เพื่อให้โปรแกรมแต่ละโปรแกรมง่ายต่อการจับเวลาก็จะทำโปรแกรมนั้นด้วยลูป 1000 ครั้ง โดยโปรแกรม BM1 ใช้ทดสอบคำสั่ง FOR...NEXT โปรแกรม BM2 วัดขีดความสามารถ IF THEN ELSE โปรแกรม BM3 ตรวจสอบการกระทำบวกลบคูณหาร ส่วนโปรแกรมตั้งแต่ BM4-BM8 ตรวจสอบ GOSUB RETURN การอ่านค่าในอะเรย์ การทำคำสั่งฟังก์ชันยกกำลังสอง LOG และ SIN เป็นต้น

แค่โปรแกรมจะวัดกันได้หรือ ?

ความจริงแล้วเวลาที่วัดได้นั้นยังเกี่ยวข้องโดยตรงกับอัตราความเร็วของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้เป็นพื้นฐาน โดยปกติ MBASIC ที่วิ่งด้วย CPU Z80 ที่ 2MHz ย่อมช้ากว่าวิ่ง CPU Z80 ที่ 4MHz นอกจากนี้ช่วงเวลาที่วัดได้ยังขึ้นอยู่กับค่าตัวเลขของการคำนวณในโปรแกรม

```
100 REM Benchmark 1
110 PRINT "S"
120 FOR K=1 TO 1000
130 NEXT K
140 PRINT "E"
150 END
```

```
100 REM Benchmark 2
110 PRINT "S"
120 K=0
130 K=K+1
140 IF K<1000 THEN 130
150 PRINT "E"
160 END
```

```
100 REM Benchmark 3
110 PRINT "S"
120 K=0
130 K=K+1
140 A=K/K*K+K-K
150 IF K<1000 THEN 130
160 PRINT "E"
170 END
```

```
100 REM Benchmark 4
110 PRINT "S"
120 K=0
130 K=K+1
140 A=K/2*3+4-5
150 IF K<1000 THEN 130
160 PRINT "E"
170 END
```

```
100 REM Benchmark 5
110 PRINT "S"
120 K=0
130 K=K+1
140 A=K/2*3+4-5
150 GOSUB 190
160 IF K<1000 THEN 130
170 PRINT "E"
180 END
190 RETURN
```

```
100 REM Benchmark 6
110 PRINT "S"
120 K=0
130 DIM M(5)
140 K=K+1
150 A=K/2*3+4-5
160 GOSUB 220
170 FOR L=1 TO 5
180 NEXT L
190 IF K<1000 THEN 140
200 PRINT "E"
210 END
220 RETURN
```

```
100 REM Benchmark 7
110 PRINT "S"
120 K=0
130 DIM M(5)
140 K=K+1
150 A=K/2*3+4-5
160 GOSUB 230
170 FOR L=1 TO 5
180 M(L)=A
190 NEXT L
200 IF K<1000 THEN 140
210 PRINT "E"
220 END
230 RETURN
```

```
100 REM Benchmark 8
110 PRINT "S"
120 K=0
130 K=K+1
140 A=K↑2
150 B=LOG(K)
160 C=SIN(K)
170 IF K<1000 THEN 130
180 PRINT "E"
190 END
```

รูปที่ 1 โปรแกรมเบนช์มาร์คทั้ง 8 โปรแกรม

ด้วยภาษาเบสิคที่ให้การคำนวณด้วยตัวเลขที่มีจำนวนหลักมากกว่าย่อมต้องเสียเวลามากกว่าเป็นธรรมดา การทดสอบนี้จึงยึดหลักการใช้ค่าตัวเลขจำนวนจริง (real).

โปรแกรมเบนช์มาร์คที่ใช้เป็นหลักในการทดสอบจึงยึดหลักในการทดสอบเครื่องต่าง ๆ ด้วยขีดความสามารถของตัวแปรภาษาเบสิค (BASIC Interpretter) เป็นหลัก ซึ่งสิ่งที่รวบรวมมานี้จึงเป็นเพียงหลักการที่จะช่วยบอกให้ทราบได้ว่าเครื่องแต่ละเครื่องจะเหมาะกับงานที่เรา

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความเร็วของเครื่องแต่ละยี่ห้อ

MACHINE	BM1	BM2	BM3	BM4	BM5	BM6	BM7	BM8	AVERAGE
Olivetti M20	1.3	4.0	8.1	8.5	9.6	17.4	26.7	1.6	11.5
DAI	0.9	4.8	10.1	9.8	11.2	18.1	30.1	2.1	13.3
BBC Micro	1.0	3.1	8.2	8.7	9.1	13.9	21.4	5.1	14.6
Monroe 8820	2.1	4.2	9.9	10.5	11.0	20.1	32.0	3.3	15.4
Altos ACS 800-2	1.4	4.3	11.3	11.3	12.0	21.2	34.9	2.7	15.4
Vector Graphic VIP	1.0	3.8	10.9	10.7	11.6	20.5	32.7	3.4	15.7
ACT 800	0.9	4.6	8.5	9.4	10.1	14.9	23.4	5.6	16.0
Sharp MZ80B	0.6	4.5	8.5	11.5	13.0	19.0	27.5	5.0	16.8
Micromation Z Plus	1.4	4.4	11.2	11.3	11.5	21.2	34.9	3.9	16.9
Mimi 801 (44k CP/M)	1.2	3.7	9.9	9.8	10.5	18.6	29.6	5.4	17.2
IBM Personal Computer	1.5	5.2	12.1	12.6	13.6	23.5	37.4	3.5	17.6
* Exleigh Expert (compiled)	2.5	2.5	8.0	8.0	8.0	21.0	25.0	7.0	18.1
Osborne 01	1.4	4.4	11.7	11.6	12.3	21.9	34.9	6.1	19.9
Tandy TRS-80 Model II	1.0	5.0	13.0	13.0	14.0	23.0	35.0	6.0	20.5
Hewlett Packard HP125	1.7	5.0	12.5	12.5	14.0	26.0	40.0	6.0	21.5
Mimi 801 (62k CP/M)	1.7	4.7	12.4	12.2	13.1	24.3	38.6	6.6	21.6
Intertec Superbrain	1.6	5.2	14.0	13.9	14.8	26.3	43.2	5.6	21.9
Positron 9000	1.1	2.1	5.4	6.8	7.2	14.9	20.2	12.0	22.2
DDE SPC/1	4.8	6.2	14.7	13.9	14.7	41.1	58.1	2.6	22.4
ABC 24	1.2	4.0	16.0	15.0	16.0	25.0	38.0	8.0	24.4
Apple III	1.7	7.2	13.5	14.5	16.0	27.0	42.5	7.5	24.7
ACT Sirius 1	2.0	7.4	17.0	17.5	19.8	35.4	55.9	4.3	24.8
Oki if8000	2.2	6.4	16.8	16.8	17.9	31.8	50.7	5.7	25.0
Ohio Scientific Challenger C2 4P	1.4	7.8	15.0	16.5	17.8	27.0	39.5	7.5	25.0
Xerox 820	1.7	5.5	15.5	15.1	16.2	28.9	46.1	8.0	26.1
NEC PC 8001	1.7	8.3	18.1	17.8	18.6	29.5	49.2	7.0	26.7
Newbrain	2.0	5.8	19.2	17.5	19.2	32.0	48.8	7.0	26.8
ABC 80	1.1	2.3	11.1	12.1	12.6	17.7	23.9	13.6	27.1
Philips P2000	1.9	5.9	15.8	15.7	16.7	29.8	47.2	8.5	27.3
Commodore VIC 20	1.4	8.3	15.5	17.1	18.3	27.2	42.7	9.9	28.7
* Exleigh Expert (interpreted)	2.5	7.2	18.5	18.5	19.3	35.0	52.0	8.5	29.8
Apple II	1.5	8.5	16.0	17.8	19.1	28.6	44.8	10.7	30.4
Hewlett Packard HP85	1.8	3.8	16.3	16.5	17.7	30.0	44.8	12.7	32.2
Pasca 640	2.0	7.0	19.0	18.0	20.0	36.0	57.0	10.0	32.4
Sharp MZ80K	1.4	9.4	16.3	22.5	25.4	36.8	51.1	10.2	33.1
Exidy Sorcerer	1.8	10.0	20.7	22.2	24.3	37.6	53.7	9.6	33.3
Sharp MZ80A	1.5	9.2	16.4	22.8	25.6	37.7	55.0	10.1	33.7
Commodore CBM 8032	1.7	10.0	18.4	20.3	21.9	32.4	51.0	11.9	34.3
Transam Tuscan	2.3	13.0	26.0	27.0	32.0	48.0	68.0	6.0	34.5
Commodore PET 2001	1.7	9.9	18.4	20.4	21.0	32.5	50.9	12.3	34.7
Compucolor II	2.0	10.9	22.4	23.9	25.7	38.7	55.2	10.2	35.1
Dragon 32	1.6	10.2	19.7	21.6	23.3	34.3	50.0	12.9	36.2
Hewlett Packard HP86	3.0	5.2	19.4	18.8	20.4	36.5	56.5	13.4	36.7
Hitachi Peach	2.0	11.0	26.0	26.0	27.0	46.0	78.0	10.0	39.5
Tandy TRS-80 Color Computer	2.0	11.3	22.2	23.9	27.0	41.5	61.1	13.0	39.9
Panasonic JD700	2.8	9.1	24.6	24.7	26.2	43.9	69.7	11.8	39.9
SBS 8000	1.8	9.4	29.0	29.0	31.6	44.0	82.5	11.2	42.4
Heath H89 (Mbasic)	2.5	9.2	25.8	26.0	27.0	46.6	73.2	13.0	42.5
Tandy TRS-80 Model I Level II	2.7	11.6	28.0	28.5	31.3	51.9	81.0	11.7	44.0
Video Genie	2.7	11.6	28.0	28.5	31.3	51.9	81.0	11.7	44.0
Cromemco System Three	1.7	4.6	14.9	17.8	19.4	30.2	41.9	22.9	44.9
Ohio Scientific Challenger C3 S1	1.7	13.1	21.6	23.7	29.2	39.6	58.3	17.6	45.4
Sinclair ZX81 (fast mode)	4.5	6.9	16.4	15.8	18.6	49.7	68.5	22.9	51.2
Sinclair Spectrum	4.8	8.7	21.1	20.4	24.0	55.3	80.7	25.3	58.5
Sharp PC3201	4.0	13.5	35.5	35.5	38.5	67.0	108.0	25.0	69.0
Casio fx9000	2.5	9.0	24.0	24.0	26.0	42.0	60.0	36.5	69.1
Atari 400/800	2.3	7.4	19.9	23.2	26.8	40.7	61.5	43.1	76.6
Texas TI 99/4	2.9	8.8	22.8	24.5	26.1	61.6	84.4	38.2	76.6
Texas TI99/4A (standard)	3.0	9.0	24.0	24.8	26.2	61.9	84.6	38.4	77.2
Texas TI99/4A (extended)	6.5	18.5	40.0	40.1	42.0	98.4	140.3	24.0	78.2
Periflex 630/48	4.5	10.5	27.5	28.5	31.5	59.0	79.5	60.0	105.1
BASF 7120	2.4	7.0	35.0	36.5	39.0	50.0	63.0	114.0	171.6

***SORD M23**

ต้องการอย่างไร เช่น ถ้างานเกี่ยวข้องกับทางการคำนวณ ก็ดูโปรแกรมเบนช์มาร์คที่เกี่ยวข้องการคำนวณ หรือโปรแกรมเกี่ยวข้องกับการเรียกข้อมูลหรือเก็บข้อมูลในอะเรย์ ก็ดูได้จาก BM6 และ BM7 เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม งานที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ยังเกี่ยวข้องกับ I/O เช่นการเก็บข้อมูลในแผ่นดิสค์ หรือการเชื่อมต่อกับเครื่องพิมพ์ซึ่งการวัดในกรณีนี้ไม่ขอกล่าวถึง

นอกจากนี้บางเครื่องยังมีการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการเขียนรูปภาพ ซึ่งก็มิได้มีการวัดไว้เช่นกัน การพิจารณาในแง่ของการประมวลข้อมูลสตริงก็มิได้กล่าวถึงเช่นกัน

ข้อที่น่าสังเกตเกี่ยวกับโปรแกรมเบนช์มาร์ค

1. มีบางเครื่องที่มิได้นำมาไว้ในตารางนี้ด้วยเพราะโครงสร้างของภาษาเบสิคมิได้เป็นมาตรฐานพอที่จะวัดกันได้เช่น Sinclair ZX80 เพราะใช้ตัวเลขอินทีเจอร์

2. การทดสอบนี้ทำโดยวารสาร Personal Computer World ซึ่งมีไมโครคอมพิวเตอร์อีกหลายบริษัทที่ไม่ได้ทำการทดสอบ เช่น ไมโครของทางญี่ปุ่น

3. เวลาเฉลี่ยหาได้จากการรวมเวลาที่ได้จาก BM1 ถึง BM7 บวกกับ 10 เท่าของ BM8 หารด้วย 8 ทั้งนี้เพราะ BM8 จะจับเวลาด้วยการลูปเพียง 100 ลูปเท่านั้น ดังนั้นจึงต้องคูณด้วย 10

4. จากที่วัดนั้นเครื่อง Olivetti เป็นเครื่องขนาด 16 บิท นอกนั้นส่วนใหญ่ใช้ CPU 6502 และ 8080 บางเครื่องใช้ CPU 8088 แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องที่ใช้ CPU 8086, Z8000 และ 68000 มิได้นำมาวัดด้วย

5. อย่าจริงจังกับอันดับที่จัดนี้มากนัก จนถึงยึดหลักสำหรับการเลือกซื้อ คิดเสียว่า ที่จัดอันดับมานี้เพื่อความสนุกของคนไม่มีงานทำก็แล้วกัน

บรรณานุกรม

1. ยืน ภู่วรวรรณ *"บทความขุดไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนตัว"* วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ ฉบับที่ 41, 42, 43, 44, 45 พ.ศ. 2525
2. *"คู่มือจัดซื้อไมโครคอมพิวเตอร์"* วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์ ฉบับที่ 53 ตุลาคม - ธันวาคม 2525
3. Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. *"Home Electronics"* R & D Foundation for tomorrow, May 20th 1980
4. *"10th Anniversary of the Microprocessor"* Coverstory of solutions Intel Inc. Magazine 1981 Nov. pp 2–5
5. Chandor A. *"A Dictionary of Computers"* Penguin books 1975
6. Treleaven PC *"Japan's fifth – generation Computer Systems"* IEEE Trans, Computer, 1982 Aug.
7. *"CP/M user manual"* Digital Research Inc. 1978
8. JJ Donovan *"System Programming"* McGraw–Hill Book Co. 1972

เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ

ไมโครคอมพิวเตอร์

สิ่งประดิษฐ์ที่นับว่าได้รับการกล่าวขวัญกันอย่างกว้างขวางในขณะนี้เห็นจะได้แก่ไมโครคอมพิวเตอร์ ความตื่นตัวทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์นับได้ว่าแพร่หลายเข้าไปในทุกวงการ บางท่านอาจอยากได้ไมโครคอมพิวเตอร์ไว้เล่นเกมหรือให้เด็กเรียนรู้ที่บ้าน หรือไว้สำหรับใช้ในงานด้านการคำนวณ การเก็บข้อมูล บางท่านอาจคิดว่าไมโครคอมพิวเตอร์อาจช่วยงานหลายอย่างที่ตนเองกำลังทำอยู่แต่ก็ยังไม่แน่ใจในการใช้งานจึงลังเลอยู่

หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับผู้ที่อยากรู้รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ โดยเนื้อหาจะเน้นในลักษณะเรื่องทั่วไปที่เกี่ยวข้องถึงฮาร์ดแวร์ซึ่งได้แก่ ส่วนประกอบต่าง ๆ และส่วนของซอฟท์แวร์ที่ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีเนื้อหาเป็นตอน ๆ ที่รวบรวมมาจากวารสารต่าง ๆ ที่ผู้เขียนได้เขียนขึ้น

หนังสือเล่มนี้จึงเปรียบเสมือนคู่มือที่ผู้สนใจไมโครคอมพิวเตอร์ในระดับพื้นฐานควรมีไว้ เพราะสามารถศึกษาในรายละเอียดต่าง ๆ รวมทั้งเป็นข้อมูลสำหรับการจัดซื้อ การพิจารณาสเปค และสร้างฐานความรู้เพื่อศึกษาไมโครคอมพิวเตอร์ในระดับที่ลึกซึ้งขึ้นไป

ISBN 974-7965-28-3